Die biologische Wertigkeit der verdaulichen Stickstoffsubstanz in argentinischem Fleischmehl, Trockenhefe und Fischmehl.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt von

Wilhelm Stahl
aus Hilbeck (Kr. Hamm), Westfalen

Göttingen 1924
Druck der Buchdruckerei des „Pirnaer Anzeiger", Pirna a. E.

Tag der mündlichen Prüfung:
17. Dezember 1924.

Referent: Herr Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Franz Lehmann.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet!

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548128_0191

Die Eiweißstoffe nehmen für den Aufbau, die Erhaltung und Ernährung des Tierkörpers unter den Nährstoffen eine Sonderstellung ein, die auf ihrer Unentbehrlichkeit und Unersetzlichkeit beruht, wie schon die ersten vergleichenden Untersuchungen bei verschiedener Nahrung durch Bischoff, Voit und Pettenkofer gezeigt haben.

Der Stickstoffgehalt, der das Eiweiß von den Fetten und Kohlehydraten wesentlich unterscheidet, wird in der Elementaranalyse zum Ausgangspunkt weitgehender Folgerungen bezüglich Zusammensetzung, Identität, Nährwirkung usw. der einzelnen Eiweißkörper gemacht.

Die analytische Bestimmung des Gesamtstickstoffes schließt aber, wie E. Schulze dargetan hat, eine mehr oder weniger verbreitete Gruppe von Körpern auch stickstoffhaltiger, aber nicht eiweißartiger Natur, die Amide und organischen Basen ein, deren Menge aus der Differenz von Rohprotein und Reineiweiß bestimmbar ist.

Es mußte interessieren, die Frage zu untersuchen, ob der Tierkörper in der Lage ist, diese nicht eiweißartigen Substanzen als Ersatz für wirkliches Reineiweiß zu verwenden. Da sich aus vielen Einzelversuchen mit Asparagin und anderen ergeben hat, daß diese Amidosubstanzen fast durchweg ein indifferentes, teilweise sogar negatives und nur unter ganz bestimmten Verhältnissen beim Wiederkäuer positives Verhalten bezüglich der Fleisch-, Fett- oder Kraftproduktion zeigen, hat sie Kellner bei der Berechnung der Nährstoffzufuhr vollständig unberücksichtigt gelassen.

Sind schon die Versuchsergebnisse hinsichtlich der Amide und ihre Stellung unter den Nährstoffen keineswegs eindeutig, so hat man auch bezüglich des Reineiweiß eine Verschiedenheit des Nährstoffwertes feststellen können. Ältere Versuche von Voit, Pettenkofer und anderen an hungernden Tieren zeigten in einwandfreier Weise, daß körperfremde Eiweißstoffe in der Menge gefüttert, die bei Hunger von arteigenem Eiweiß abgeschmolzen wurde, das Stickstoffgleichgewicht nicht herstellen konnten. Diese Überlegenheit des arteigenen über körperfremdes Eiweiß hat durch die neuere Eiweißforschung eine hinreichende Erklärung gefunden. Die verschiedenen Eiweißkörper eignen sich als Ersatz für das zerfallende und als Baumaterial für das neu zu bildende arteigene Eiweiß in verschiedenem Grade, je nachdem die in ihnen enthaltenen Bausteine nach Art und Menge dem Körpereiweiß gleich oder ungleich sind. Auch hier wird das Gesetz vom Minimum

wirksam, nach dem sich die Verwendbarkeit der Bausteine im einzelnen nach den im Minimum vorhandenen richtet. Weiter ist zu beachten, daß jede Tiergattung, jede Tierart und vielleicht sogar jedes Individuum sein ihm eigentümliches Eiweiß hat. Die Nutzbarmachung des Nahrungseiweiß und seine Verwendbarkeit im tierischen Organismus ist zudem abhängig von dessen jeweiliger biologischer Disposition; für das wachsende Tier gilt das Prinzip der höchstmöglichen Aneignung von Eiweiß für den Aufbau der Zellen und Gewebe, für das ausgewachsene das Prinzip der Erhaltung des jeweiligen Zellbestandes.

Auf die Geeignetheit für die Fleischproduktion ist als erster von den Eiweißkörpern der beim Kochen der Bindegewebssubstanz entstehende Leim untersucht worden. Ältere Versuche von Bischoff und Voit und neuere eingehende Stoffwechselversuche am Schwein von G. Fingerling haben ergeben, daß der Leim zwar in weitgehendem Maße eiweißsparend wirkt, aber niemals für sich allein Eiweiß zu ersetzen vermag. Dem Leim fehlen, wie die moderne Eiweißforschung gezeigt hat, wichtige Eiweißbausteine, das Tyrosin und Tryptophan vollständig und Cystin und andere teilweise; die Nährwirkung von Leim durch Zugabe dieser fehlenden Bausteine zu erhöhen, ist in der Tat gelungen.

So verdienstvoll die nach derselben Methode von deutschen und amerikanischen Forschern wie Abderhalden, Osborne und anderen angestellten umfangreichen Untersuchungen über die Nährwirkung der einzelnen bekannten reinen Eiweißkörper auch sind, so können sie für die Tierernährungslehre nur bedingten Wert beanspruchen, denn die praktische Tierernährung arbeitet nicht mit reinen Eiweißkörpern, sondern mit *Eiweißkomplexen* verschiedener Natur, mit verschiedenen Nutztieren und verschiedenen Futtermitteln. Diese praktische Seite des Problems berücksichtigen die grundlegenden Untersuchungen von K. Thomas, der in Stoffwechselversuchen an sich selbst die Eiweißkomplexe verschiedener Nahrungsmittel auf ihre Fähigkeit zur Vertretung von Körperstickstoff untersucht und zu dem Ergebnis ihrer verschiedenen biologischen Wertigkeit gekommen ist.

Es muß aber betont werden, daß die biologische Wertigkeit der Stickstoffsubstanz der Futtermittel nicht allein von Menge und Art der Eiweißbausteine abhängig ist, daß vielmehr auf Grund der neuesten Forschungen anzunehmen ist, daß sie auch variiert wird durch den Gehalt an sogenannten lebenswichtigen Stoffen, von Casimir Funk Vitamine genannt. Diese Vitamine, vorläufig in ihrer chemischen Konstitution unbekannt und nach der Kenntnis ihrer Wirkung bei ernährungspathologischen Erscheinungen in A, B und C unterschieden, sind aber nicht als Bestandteil des Eiweiß, der Fette oder Kohlehydrate aufzufassen, sondern sind dem einzelnen Futtermittel als solchem eigentümlich und von besonderem Einfluß auf Wachstum, Eiweißansatz, Fortpflanzungsfreudigkeit usw.

Da vorläufig noch jede Möglichkeit fehlt, sowohl die Vitamine, wie den Wert der Amidosubstanzen und der Eiweißkomplexe in ihren einzelnen Bestandteilen in den Futtermitteln zu erfassen, da ferner insbesondere vom Standpunkt der praktischen Tierernährung eine einheitliche Grundlage für die Beurteilung des Wertes der Stickstoffsubstanz der einzelnen Futtermittel notwendig erscheint, wird hiermit vorgeschlagen, die Geeignetheit der verdaulichen Gesamtstickstoffsubstanz (Rohprotein) eines Futtermittels für den Ersatz des zerfallenden oder als Baumaterial des neuzubildenden Körpereiweiß einer bestimmten Tierart als biologische Wertigkeit der Stickstoffsubstanz des betreffenden Futtermittels für die betreffende Tierart zu bezeichnen. Demgemäß bleibt die Frage unentschieden und unbeantwortet, ob dabei die verschiedene Zusammensetzung der Gesamtstickstoffsubstanz oder Wirkungen der Vitamine selbst eine Rolle spielen. Wie für die gesamte Landwirtschaft das Produktionsprinzip — rein technisch betrachtet — ausschlaggebend ist, so stellt auch die vorliegende Arbeit diesen durchaus praktischen Gesichtspunkt in den Vordergrund ihrer Untersuchungen. Praktisch also bedeutet die biologische Wertigkeit der verdaulichen Gesamtstickstoffsubstanz eines Futtermittels deren Wert und Geeignetheit zur Fleischproduktion durch einen bestimmten Tierkörper.

Mit dieser begrifflichen Klarstellung ist der experimentellen Forschung Ziel und Weg gegeben.

Der Stoffwechselversuch gestattet in einwandfreier Weise die Ermittlung des Stickstoffansatzes nach dem Prinzip der Bilanzrechnung. Zur Aufstellung der Stickstoffbilanz müssen Einnahmen und Ausgaben gegenübergestellt, der eingenommene Futterstickstoff und der verausgabte Stickstoff im Harn und Kot ermittelt werden, um den im Körper verbliebenen Stickstoff aus der Differenz von Einnahme und Ausgabe zu errechnen. Ergibt sich dann bei den einzelnen Futtermitteln ein verschieden hoher Stickstoffansatz, bezogen auf die Einheit verabreichten verdaulichen Gesamtstickstoffes im Futter, so ist die Folgerung berechtigt, daß die Stickstoffsubstanz der betreffenden Futtermittel für die untersuchte Tierart eine verschiedene biologische Wertigkeit besitzt.

In der vorliegenden Arbeit wurde durch Stoffwechselversuche an einem Schwein die verdauliche Stickstoffsubstanz von drei Futtermitteln auf ihre biologische Wertigkeit geprüft, die als Eiweißbeifutter namentlich in der Schweinemast eine ganz hervorragende Bedeutung im Laufe der letzten 20 Jahre gewonnen haben: argentinisches Fleischmehl, Trockenhefe und Fischmehl, von letzterem dazu eine Spezialmarke „Elbheringsmehl".

Das argentinische Fleischmehl.

Das argentinische Fleischmehl stellt ein extrahiertes Abfallprodukt der argentinischen Fleischextraktions-Industrie dar und

wird nach Deutschland eingeführt. Das untersuchte Fleischmehl wurde durch die hiesige Firma Oskar Meyer bezogen. Der Sack trug die Signatur: L. E. M. C. S. Fray Bentos Uruguay.

In Prozent der Trockensubstanz betrug der Gehalt an

Eiweiß	Fett	Asche	Organische Substanz
86.72	12.39	0.89	99.11

Diese Zusammensetzung entspricht dem Durchschnitt, wenngleich der Aschegehalt mit 0.89 % als auffallend niedrig anzusehen ist, der noch unter dem Minimalwert liegt, wie ein Vergleich mit Durchschnittsware und deren maximalen und minimalen Gehaltsschwankungen nach Dietrich und König zeigt:

79.74	15.34	4.59
67.2—88.8	10.5—23.1	1.8—13.4

Ein Fleischmehl mit gleich niedrigem Aschengehalt wie das untersuchte wurde bereits 1910 an der hiesigen landwirtschaftlichen Versuchsstation festgestellt:

90.71	8.30	0.99	99.01

Die Trockenhefe.

Die Hefe fällt im Brauereibetrieb aus der Hefenernte der gehopften Würze ab und kommt getrocknet in den Handel. Sie ist fast immer mit Hopfenteilen aus der gehopften Würze verunreinigt, wie die Analyse anzeigt. Ausfuhrland für Trockenhefe ist entsprechend seiner hochentwickelten Bierexport-Industrie England.

Die untersuchte Trockenhefe bestand aus hellgelben Blättchen mit bitterem Geschmack und wurde durch die hiesige Firma Wolters bezogen.

Sie enthielt in Prozenten der Trockensubstanz:

Eiweiß	Fett	Asche	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe	Organische Substanz
49.00	5.47	9.85	5.34	30.34	90.15

Zur Beurteilung des Wertes der verwendeten Trockenhefe seien einige Analysen aufgeführt, die ein Bild über die verschiedene im Handel befindliche Ware geben.

	Eiweiß	Fett	Asche	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe	Organische Substanz
	48.07	0.99	7.65	—	43.29	92.35[1])
	55.52	1.34	7.42	—	35.72	92.58[1])
	55.25	1.75	10.59	—	32.41	89.41[1])
Mittel	52.95	1.36	8.55	—	37.14	91.45

1) F. Honcamp, landw. Versuchsstationen 1920, 96, 143, 206.

	Eiweiß	Fett	Asche	Rohfaser	Stickstoffreie Extraktstoffe	Organische Substanz
	59.07	0.93	8.06	0.36	31.58	91.94[2])
	46.72	0.93	7.49	0.23	44.63	92.51[2])
Mittel	52.90	0.93	7.78	0.30	37.66	92.23
	54.89	0.91	9.07	2.92	32.21	90.93[3])
	55.82	0.87	8.74	4.68	29.89	91.26[3])
Mittel	55.86	0.89	8.90	3.80	31.50	91.10

Die untersuchte Trockenhefe ist im Vergleich zu den hier angeführten als eine keineswegs hervorragende Durchschnittsware anzusehen; sie vereinigt verhältnismäßig niedrigen Gehalt an Eiweiß und stickstoffreien Extraktstoffen mit einem hohen an Fett, Asche und Rohfaser.

Das Fischmehl.

Das Fischmehl fällt ab bei der Trangewinnung aus Fischen und Fischabfällen und kommt in zwei Varietäten auf den Markt. Das fettarme Fischmehl wird gehandelt mit einem Gehalt von

Eiweiß	Rohfett	Asche	Organische Substanz
52.5	2.7	37.37	62.63

während das fettreiche Fischmehl nach Dietrich und König einen Gehalt aufweist von

54.27	12.98	32.74	67.26
53.5—57.9	8.4—15.0		

Das zur Untersuchung verwendete Fischmehl ist als eine fettreiche und gute Durchschnittsware anzusprechen bei folgender Zusammensetzung:

57.24	13.25	29.51	70.49

Das Elbheringsmehl.

Die Spezialmarke Elbheringsmehl, bezogen aus Cuxhaven, weist einen wesentlich höheren Gehalt an Eiweiß und Fett und einen entsprechend geringeren an Asche auf, wie aus der Analyse[4]) hervorgeht.

66.56	16.90	16.54	85.46

2) E. Müller, Ueber den Anteil der Fleischbildung bei der Schnellmast wachsender Schweine. Inaugural-Dissertation Göttingen 1922.

3) R. Schreiber, Stoffwechselversuche über das optimale Beifutter zu Kartoffeln in der Schweinemast. Inaugural-Dissertation Göttingen 1924.

4) Alle chemischen Untersuchungen wurden nach den im Göttinger Institut für Tierernährungslehre üblichen Methoden ausgeführt: Trockensubstanz in Liebigschen Röhren, Eiweiß nach dem Kjeldahlverfahren, Fett im Soxhletschen Aetherextraktions-Apparat, Asche im gewöhnlichen Verbrennungsofen nach Abzug der im Kaliapparat ermittelten Kohlensäure, Rohfaser nach der Weender-Methode und die stickstoffreien Extraktstoffe und organische Substanz durch Differenzrechnung.

Das Versuchstier.

Das Versuchsschwein 6/63 gehörte dem frohwüchsigen Typ des veredelten hannoverschen Landschweines an und entstammte der Sau Nr. 63 aus der Zucht auf dem Versuchsgut in Friedland. Geboren am 21. 10. 1923, wurde das Tier am 1. 3. 1924 mit einem Alter von nahezu 4½ Monaten und einem Lebendgewicht von 46.1 kg in dem Stoffwechselstall aufgestellt.

Die technische Durchführung des Stoffwechselversuches.

Bis zur Gewöhnung an Geschirr und Umgebung vergingen 18 Tage, so daß der eigentliche Versuch am 18. 3. begann. Zu Anfang und Ende eines jeden Versuchsabschnittes wurde das Lebendgewicht des Tieres in nüchternem Zustande festgestellt. Die Versuchsperiode zerfällt in eine 5—6 tägige Vorfütterung zur Durchspülung des Darmkanals mit dem jeweilig verabreichten Futter und eine durchschnittlich siebentägige Hauptfütterung, in der der Kot quantitativ gesammelt ist. Die Harnabscheidungen sind für die ganze Periode täglich ermittelt. Pünktlich 9 Uhr morgens und 3 Uhr nachmittags wurde das Futter eingegeben, das im voraus für ein oder mehrere Versuchsperioden abgewogen und dessen lufttrockene Substanz noch am gleichen Tage der Wägung aus einer vorschriftsmäßig gezogenen Probe bestimmt wurde, die der weiteren Analyse diente. Während das Tier das Futter verzehrte, fand die Auswechselung von Kotbeutel und Harnflasche statt. Um den Harn zu konservieren und den Planrost von etwa noch anhaftenden Harntröpfchen zu reinigen, wurde dieser während jeder Fütterung mittels einer Spritzflasche mit einer Lösung, die auf 1 Liter Wasser 0.5 g Sublimat enthielt, sorgfältig abgespült. Die Harnstickstoffbestimmung in dem täglich ausgeschiedenen Harn mitsamt dem Wasser geschah in der üblichen Weise nach dem Kjehldahl-Verfahren. Der Kot für den Verdauungsversuch erfuhr die übliche Weiterbehandlung. Da aber der Kot flüchtige Stickstoffverbindungen enthält, die beim Trocknen und nach der für den Verdauungsversuch geltenden Verarbeitungsmethode verlorengehen, wurde für die Stickstoffbilanz ein aliquoter Teil, und zwar $^1/_{10}$ der Gewichtsmenge des frischen Kotes, in einer gewogenen Glasschale mit 100 ccm einer 20 prozentigen Weinsäurelösung versetzt, dann im Trockenschrank eingedampft und lediglich zur Stickstoffbestimmung nach dem Kjeldahl-Verfahren verwandt.

Die Versuchsanordnung.

Die Versuchsanordnung ist durch das oben festgelegte Ziel vorgeschrieben. Zu einem stets gleichen Grundfutter, dessen Eiweißansatz bestimmt wurde, wird in einem zweiten anschließenden Versuchsabschnitt — in der folgenden Darstellung zum Unterschied

von der Normalperiode als Zulageperiode bezeichnet — eine bestimmte Menge des Eiweißfuttermittels, das auf seine biologische Wertigkeit untersucht werden soll, zugelegt und wiederum der Eiweißansatz ermittelt. Die Differenz des Eiweißansatzes in Zulage- und Normalperiode gibt dann den Eiweißansatz an, der auf die zugelegte Eiweißmenge des Futtermittels entfällt. Da fortschreitendes Wachstum und Lebendgewichtszunahme Veränderungen im Tierkörper hervorrufen, die den Anspruch an das Erhaltungsfutter und die Fähigkeit des Fleischansatzes, mit einem Wort die biologische Disposition beeinflussen, folgte einer jeden Zulageperiode eine Normalperiode, so daß eine stetige und sichere Vergleichsgrundlage der Bilanzergebnisse gewonnen wurde.

Als Grundfutter sind 2000 g Gerste, 100 g Fischmehl und 3.5 Liter Wasser verabreicht worden. Die Fischmehlgabe im Grundfutter erwies sich notwendig, weil nach hier gewonnenen langjährigen Erfahrungen dadurch der Rhachitis vorgebeugt, der Mineralstoffbedarf gedeckt und so das Tier für die lange Versuchsdauer gesund erhalten wird.

Der Versuchsverlauf.

Entsprechend dem Versuchsplan wurden die Stoffwechselversuche in folgender Weise aneinander gereiht, wobei die Perioden I und IIa als Vorversuch gedacht sind, und der eigentliche Hauptversuch mit der Periode IIb beginnt.

Vorversuch.

Periode I Grundfutter (2000 g Gerste I, 100 g Fischmehl),
„ IIa Grundfutter + Zulage von 300 g Fleischmehl
(Der Versuch wurde abgebrochen).

Hauptversuch.

Periode IIb Grundfutter,
„ III Grundfutter + Zulage von 150 g Fleischmehl,
„ IV Grundfutter,
„ V Grundfutter + Zulage von 200 g Hefe,
„ VII Grundfutter (2000 g Gerste II, 100 g Fischmehl),
„ VIII Grundfutter + Zulage von 200 g Fischmehl,
„ IX Grundfutter,
„ X 2000 g Gerste II + 300 g Elbheringsmehl,
„ XI Grundfutter,
„ XII Grundfutter + Zulage von 150 g Fleischmehl,
„ XIII Grundfutter + Zulage von 150 g Fleischmehl + 100 g Weizenstärke.

Im folgenden werden die einzelnen Perioden der Reihenfolge nach aufgeführt und erläutert.

Vorversuch.

I. Periode.

Entsprechend dem Versuchsplan gilt diese Periode als Normalperiode. Die Tagesration betrug

2000 g Gerste I
100 g Fischmehl.

Die verabreichte Wassermenge belief sich auf 3.5 Liter und wurde in allen folgenden Perioden beibehalten.

Die Vorfütterung dauerte vom 18. bis 26. März, nach dieser die Hauptfütterung vom 26. März bis 2. April bei gleichzeitiger Sammlung von Kot und Harn. Letzterer wurde abweichend von allen folgenden Perioden in der Vorfütterung nicht gesammelt.

Das Lebendgewicht betrug am 18. März . . . . 50.8 kg,
am 2. April . . . . . 57.5 kg;
in 15 Tagen also eine Zunahme von . . . . . 6.7 kg,
oder eine Zunahme je Tag von . . . . . 447 g.

Am 17. März wurde das tägliche Grundfutter zugleich für die ersten vier Perioden abgewogen.

Die Ermittlung der Trockensubstanz der Futtermittel und des Kotes ergab:

	abgewogen g	erhalten g	Mittel g	%
Gerste I	3	2.5240	2.5262	84.21
		2.5284		
Fischmehl	3	2.5666	2.5677	85.59
		2.5688		
Kot	3	2.7530	2.7556	91.85
		2.7582		
Weinsäurekot	3	2.8020	2.8023	93.41
		2.8026		

Futter.

Die im Futter gereichte Trockensubstanzmenge betrug demnach:

2000 g Gerste I = 1684.20 g Trockensubstanz,
100 g Fischmehl = 85.59 g Trockensubstanz.

Kot.

Der Kot wurde vom 24. März bis 1. April gesammelt und je 1/10 seiner Gewichtsmenge verarbeitet:

Datum	Für den Verdauungsversuch frisch g	abgewogen g	lufttrocken g	Für die Stickstoffbilanz abgewogen g	lufttrocken g
24/25. 3.	1644	164.4	39.75	164.4	40.70
25/26. 3.	1635	163.5	42.35	163.5	43.10
26/27. 3.	1740	174.0	42.05	174.0	43.48
27/28. 3.	1873	187.3	43.55	187.3	44.35
28/29. 3.	1730	173.0	41.35	173.0	42.40
29/30. 3.	1830	183.0	43.65	183.0	45.60
30/31. 3.	1815	181.5	42.75	181.5	43.70
31. 3.—1. 4.	1591	159.1	38.05	159.1	38.65

Im Mittel wurde je Tag an frischer und Trockensubstanz ausgeschieden:

	frisch	lufttrocken	Trockensubstanz des lufttrockenen Kotes	Trockensubstanz des frischen Kotes
	g	g	%	g
Kot	1732.25	416.9	91.85	382.92
Weinsäurekot	1732.25	427.5	93.41	399.33

Analysen.

Die Bestandteile der Futtermittel und des Kotes in Prozenten der Trockensubstanz gehen aus folgender Übersicht hervor:

	Eiweiß	Fett	Asche	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe	Organische Substanz
Gerste I	11.56	2.91	3.15	7.17	75.21	96.85
Fischmehl	57.24	13.25	29.51	—	—	70.49
Kot	11.39	5.59	14.30	27.45	41.27	85.70

Der verdauliche Anteil der Nährstoffe

berechnet sich aus der Differenz von Futter und Kot wie folgt:

	Trockensubstanz	Eiweiß	Fett	Asche	Rohfaser	Stickstoffr. Extraktstoffe	Organische Substanz
	g	g	g	g	g	g	g
2000 g Gerste I	1684.20	194.69	49.01	53.05	120.76	1266.69	1631.15
100 g Fischmehl	85.59	48.99	11.34	25.26	—	—	60.33
Sa.:	1769.79	243.68	60.35	78.31	120.76	1266.69	1691.48
1732.25 g Kot	382.92	43.61	21.41	54.76	105.11	158.03	328.16
verdaut in g	1386.87	200.07	38.94	23.55	15.65	1108.66	1363.32

Stickstoff im Harn.

Der Harn mit dem Spülwasser wurde vom 24. März bis 2. April quantitativ gesammelt und zur Volumenbestimmung das spezifische Gewicht ermittelt. Zweimal je 10 ccm des Gemisches dienten der Bestimmung des Harnstickstoffs.

Datum	Gewicht von Harn + Spülwasser	Spez. Gewicht	10 ccm Harn entsprechen ccm Barytwasser			1 ccm Barytwasser entspricht	Stickstoff im Ganzen
	g		1	2	Mittel	mgr Stickstoff	g
24/25. 3.	3562	1.0093	30.9	30.9	30.9	1.626	17.735
25/26. 3.	2628	1.0125	42.6	42.8	42.7	1.626	18.014
26/27. 3.	3656	1.0101	34.6	34.4	34.5	1.626	20.306
27/28. 3.	3639	1.0099	34.6	34.6	34.6	1.623	20.239
28/29. 3.	3781	1.0099	33.1	33.2	33.15	1.626	20.182
29/30. 3.	3577	1.0106	37.1	37.1	37.1	1.626	21.354
30/31. 3.	3456	1.0111	37.8	37.9	37.85	1.618	20.935
31. 3./1. 4.	3505	1.0106	37.5	37.2	37.35	1.605	20.789
1/2. 4.	3603	1.0101	33.4	33.5	33.45	1.605	19.147

Im Mittel der letzten 8 Tage wurde im Harn je Tag 20.141 g Stickstoff ausgeschieden.

Stickstoffbilanz.

Die Stickstoffbilanz stellt die Stickstoffeinnahmen im Futter den Stickstoffausgaben in Harn und Kot gegenüber; die Differenz gibt den im Körper verbliebenen Stickstoff an. Wird dieser mit 6.25 multipliziert, erhält man den Eiweißansatz oder den entsprechenden Fleischansatz durch weitere Multiplikation mit 4.

Der Stickstoff im Kot wird, wie angeführt, aus dem Weinsäurekot errechnet, der auf 100 Teile Trockensubstanz berechnet 1.84 g Stickstoff enthielt.

2000 g Gerste I	=	31.15 g	Stickstoff
100 g Fischmehl	=	7.84 g	„
Einnahme	Sa. =	38.99 g	Stickstoff
ausgeschieden im Harn	=	20.12 g	„
ausgeschieden in 399.33 g Trockensubstanz Kot	=	7.35 g	„
Ausgabe	Sa. =	27.47 g	Stickstoff
im Körper verblieben	=	11.52 g	„
Eiweißansatz	=	72.00 g	
Fleischansatz	=	288.00 g	

Stoffwechselgleichung.

Die Stoffwechselgleichung gibt ein zusammenfassendes Ergebnis der Versuchsperiode. Sie stellt in Form einer Gleichung die Beziehung her zwischen verdautem Futter einerseits und dem damit erzielten Erfolg andererseits, der in zwei Zahlen, der Lebendgewichtszunahme und dem Eiweißansatz zum Ausdruck gebracht wird.

Verdaute Nährstoffe

Eiweiß g	Fett g	Rohfaser g	Stickstoffreie Extraktstoffe g	= Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
200.07	38.94	16.65	1108.66	72.00	447.	54.15

oder die verdauten Nährstoffe in zwei Zahlen: verdauliches Eiweiß und verdauliche Stickstoffreie, die der Summe von verdaulicher Rohfaser und stickstoffreien Extraktstoffen und verdaulichem Fett mal 2.3 entsprechen:

Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstoffreie g	Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
200.07	1214.87	72.00	447	54.15

II. Periode.

Der Versuchsanordnung zufolge war Periode II als Zulageperiode geplant. Dem Grundfutter wurden 300 g Fleischmehl zugelegt. Diese erhebliche Eiweißzulage verweigerte das Tier bereits am 5. Tage (6/7. 5.) aufzunehmen. Die Zulagefütterung wurde sogleich abgebrochen und auf das Normalfutter am Morgen

des 7. 5. zurückgegangen, weil spätere Kalkulationen über den Ausgleich von Futterresten niemals restlose Klarheit über die wirkliche Stickstoffbilanz geben können. Der Futterrest kam mit dem Normalfutter des 7/8. 5. mit zum Verzehr.

Die Periode II zerfällt in eine Zulageperiode IIa und eine Normalperiode IIb. Die Zulageperiode verlief vom 2.—7. April, die Normalperiode vom 7.—20. April.

Die Tagesration der Zulageperiode IIa betrug:

2000 g Gerste I
100 g Fischmehl
300 g Fleischmehl
3.5 Liter Wasser

Die Tagesration der Normalperiode IIb bestand wie in Periode I aus

2000 g Gerste I
100 g Fischmehl
3.5 Liter Wasser

Das Lebendgewicht wurde festgestellt am 2. April mit 57.5 kg,
20. April mit 66.15 kg,
in 18 Tagen also eine Zunahme von 8.65 kg.
oder eine Zunahme je Tag von 480 g.

Die Trockensubstanz der Futtermittel war:

Gerste I	wie in Periode I			84.21 %
Fischmehl	wie in Periode I			85.59 %
	Abgewogen	erhalten	Mittel	
Fleischmehl	3 g	2.6704 g	2.6722 g	89.07 %
		2.6740 g		

Zulageperiode IIa.

Futter.

Die im Futter gegebene Trockensubstanzmenge beträgt dementsprechend für die Zulageperiode IIa

2000 g Gerste I = 1684.20 g Trockensubstanz,
100 g Fischmehl = 85.59 g Trockensubstanz,
300 g Fleischmehl = 267.21 g Trockensubstanz.

Kot.

Der ausgeschiedene Kot der Zusatzperiode mußte rechnerisch festgestellt werden, da er nicht gesammelt war. Zu dem frischen und trockenen Kot der Normalperiode I wurde die doppelte Differenz des frischen und trockenen Kotes in Periode III, in der die Zulage von Fleischmehl mit 150 g wiederholt wurde, und Periode I

unter Berücksichtigung der verschiedenen Trockensubstanz des Fleischmehls in IIa und III addiert. So berechnet sich dann die frische und Trockensubstanz des Kotes je Tag auf

	frisch g	Trockensubstanz des frischen Kotes g
Weinsäurekot	1794.81	419.19
Kot	1794.81	403.54

Analysen.

In 100 Teilen Trockensubstanz enthielten die Futtermittel:

	Eiweiß	Fett	Asche	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe	Organische Substanz
Gerste I	11.56	2.91	3.15	7.17	75.21	96.85
Fischmehl	57.24	13.25	29.59	—	—	70.49
Fleischmehl	86.72	12.39	0.89	—	—	99.11

Der verdauliche Anteil der Nährstoffe

ist gleich der Differenz von Futter und Kot. Der unverdauliche Anteil der Nährstoffe im Kot wurde analog der Berechnung der Kotmenge gefunden.

	Trockensubstanz g	Eiweiß g	Fett g	Asche g	Rohfaser g	Stickstoffr. Extraktstoffe g	Organische Substanz g
2000 g Gerste I	1684.20	194.69	49.01	53.05	120.76	1266.69	1631.15
100 g Fischmehl	85.59	48.99	11.34	25.26	—	—	60.33
300 g Fleischmehl	267.21	231.73	33.11	2.38	—	—	264.83
Sa.:	2037.00	475.41	93.46	80.69	120.76	1266.69	1956.31
1794.81 g Kot	403.54	49.83	16.80	59.92	107.00	168.13	343.62
verdaut in g	1633.46	425.58	76.66	20.77	13.76	1098.56	1612.69

Stickstoff im Harn.

Der fortlaufend ermittelte Harnstickstoff in Zulage- und Normalperiode IIa und b geht aus folgender Übersicht hervor. Die Zulageperiode ist durch einen Absatz kenntlich gemacht:

Datum	Gewicht von Harn + Spülwasser g	Spez. Gewicht	10 ccm Harn entsprechen ccm Barytwasser 1	2	Mittel	1 ccm Barytwasser entspricht mgr Stickstoff	Stickstoff im Ganzen g
2/3. 5.	3871	1.0129	62.3	62.3	62.3	1.608	38.280
3/4.	3876	1.0137	77.4	77.4	77.4	1.613	47.730
4/5.	3777	1.0152	86.3	86.4	86.35	1.613	51.816
5/6.	3635	1.0156	86.4	86.4	86.4	1.594	49.299
6/7.	3350	1.0153	84.5	84.4	84.45	1.594	44.423
7/8.	2610	1.0132	68.9	68.7	68.8	1.599	28.347
8/9.	3198	1.0163	73.5	73.4	73.45	1.599	36.967

Datum	Gewicht von Harn + Spülwasser g	Spez. Gewicht	10 ccm Harn entsprechen ccm Barytwasser 1	2	Mittel	1 ccm Barytwasser entspricht mgr Stickstoff	Stickstoff im Ganzen g
9/10.	2767	1.0143	59.5	59.3	59.4	1.615	26.173
10/11.	3879	1.0108	30.0	30.0	30.0	1.615	18.600
11/12.	3581	1.0109	37.1	37.3	37.2	1.615	21.289
12/13.	3743	1.0115	36.8	36.7	36.75	1.615	21.900
13/14.	3720	1.0110	37.2	37.2	37.2	1.608	22.002
14/15.	3529	1.0108	38.9	38.7	38.8	1.626	22.025
15/16.	3527	1.0120	44.5	44.6	44.55	1.626	25.247
16/17.	3546	1.0110	38.2	38.1	38.15	1.602	21.439
17/18.	3842	1.0113	39.4	39.3	39.35	1.602	23.951
18/19.	3730	1.0111	39.1	39.3	39.2	1.601	23.244
19/20.	3697	1.0111	40.4	40.3	40.35	1.613	23.794

Im Mittel der letzten acht Tage wurde in der Normalperiode IIb im Harn je Tag 22.950 g Stickstoff ausgeschieden. Es bedeutet dies ein Mehr von 2.809 g Stickstoffzersetzung gegenüber der Normalperiode I mit 20.141 g Stickstoff.

Die bereits erwähnte Tatsache, daß der Futterrest der Zulageperiode an dem ersten Tage der unmittelbar angeschlossenen Normalperiode zum Verzehr gebracht wurde, kommt in der Stickstoffzersetzung der beiden ersten Tage der Normalperiode IIb (7/8. und 8/9.) zum Ausdruck. Es wurde dies bei der Berechnung der mittleren Stickstoffzersetzung der Zulageperiode IIa derart berücksichtigt, daß die Summe des Harnstickstoffs aus sieben Tagen (2/3. bis 8/9.), vermindert um den für die beiden letzten Tage in Ansatz gebrachten, in der Normalperiode IIb im Mittel je Tag ausgeschiedenen Harnstickstoff (zweimal 22.950 = 45.900 g), durch die Anzahl Tage der Zusatzfütterung, d. i. 5, dividiert wurde. Im Mittel wurde je Tag in der Zulageperiode IIb 50.19 g Harnstickstoff ausgeschieden.

Stickstoffbilanz der Zulageperiode IIb.

Der Stickstoff im Weinsäurekot wurde analog der Kotmenge aus Periode I und III berechnet; er beträgt 2.03 g in 100 Teilen Trockensubstanz.

2000 g Gerste I	=	31.15 g	Stickstoff
100 g Fischmehl	=	7.84 g	„
300 g Fleischmehl	=	37.08 g	„
Einnahme Sa.:	=	76.07 g	Stickstoff
ausgeschieden im Harn	=	50.19 g	„
ausgeschieden in 419.19 g trockenem Kot	=	8.51 g	„
Ausgabe Sa.:	=	58.70 g	Stickstoff
im Körper verblieben	=	17.37 g	„
Eiweißansatz	=	108.56 g	
Fleischansatz	=	434.24 g	

Stoffwechselgleichung der Zulageperiode IIa.

Die Lebendgewichtszunahme wurde für die ganze Periode II ermittelt, und zwar in Höhe von 8.65 kg. Nimmt man an, daß die tägliche Lebendgewichtszunahme in der Normalperiode IIb ebenso groß ist wie in der Normalperiode I, so würde auf die Zulageperiode IIa eine tägliche Lebendgewichtszunahme von 568 g entfallen. Die Stoffwechselgleichung lautet also:

Verdaute Nährstoffe

Eiweiß g	Fett g	Rohfaser g	Stickstoffreie Extraktstoffe g	= Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
425.58	76.66	13.76	1098.56	108.56	568	ca. 58.9

oder zusammengefaßt:

Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstoffreie g	= Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
425.58	1288.64	108.56	568	ca. 58.9

Gegenüberstellung der Stoffwechselgleichungen der Normalperiode I und Zulageperiode IIa.

Da in den beiden bisherigen Versuchsabschnitten die Futtergrundlage stets dieselbe war und nur in Periode IIa eine Zulage von 300 g Fleischmehl erfolgte, so wird die Wirkung dieser Zulage in Erscheinung treten, wenn die Stoffwechselgleichungen von Normalperiode I und Zulageperiode IIa, die ja ein Ausdruck sind für die Beziehung zwischen Futter und Wirkung, gegenübergestellt werden. Freilich können diese Zahlen nur bedingten Anspruch auf Richtigkeit machen, da zu ihrer Errechnung von zum Teil unbewiesenen Annahmen ausgegangen werden mußte.

	Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstoffreie g	= Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g
Normalperiode I	200.07	1214.87	72.00	447
Zulageperiode IIa	425.58	1288.64	108.56	568
Fleischmehlzulage	225.51	73.77	36.56	121

oder reduziert: Auf 1 g zugelegtes verdauliches Eiweiß in Form von Fleischmehl entfällt ein Eiweißansatz von 0.1621 g.

Hauptversuch.

Normalperiode IIb.

Mit der Normalperiode IIb beginnt der eigentliche Hauptversuch. Da in dieser Normalperiode dasselbe Grundfutter mit der gleichen Trockensubstanz wie in Periode I gegeben ist, gelten alle dort angeführten Zahlen für Futter, Kot, Analysen, verdaulichen Anteil der Nährstoffe und den Stickstoffgehalt des Weinsäurekotes auch für IIb. Die Zahlen für den Harnstickstoff wurden bereits unter IIa angegeben.

Stickstoffbilanz.

2000 g Gerste I		= 31.15 g	Stickstoff
100 g Fischmehl		= 7.84 g	„
Einnahme	Sa.:	= 38.99 g	Stickstoff
ausgeschieden im Harn		= 22.95 g	„
ausgeschieden in 399.33 g trockenem Kot		= 7.35 g	„
Ausgabe	Sa.:	= 30.30 g	Stickstoff
im Körper verblieben		= 8.69 g	„
Eiweißansatz		= 54.31 g	
Fleischansatz		=217.24 g	

Stoffwechselgleichung.

Da die Lebendgewichtszunahme, wie schon gesagt, nur für die ganze Periode II festgestellt wurde, ist diejenige der Periode I eingesetzt worden.

Verdaute Nährstoffe

Eiweiß g	Fett g	Rohfaser g	Stickstoffreie Extraktstoffe g	= Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
200.07	38.94	16.65	1108.66	54.31	447	ca. 62

oder zusammengefaßt:

Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstoffreie g	= Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
200.07	1214.87	54.31	447	ca. 62

III. Periode.

Mit Rücksicht darauf, daß die Fleischmehlzulage von 300 g nach dem Ergebnis der Zulageperiode IIa zu hoch bemessen war, wurde sie mit der halben Gabe zum Grundfutter, also 150 g, wiederholt.

Die Tagesration setzte sich zusammen aus:

2000 g Gerste I
100 g Fischmehl
150 g Fleischmehl
3.5 Liter Wasser

Die Vorfütterung verlief vom 20.—26. April,
die Hauptfütterung vom 26. April bis 3. Mai.

Das Lebendgewicht betrug am 20. April	66.15 kg
am 3. Mai	72.80 kg
in 13 Tagen also eine Zunahme von	6.65 kg
oder eine Zunahme je Tag von	512 g

Die Ermittelung der Trockensubstanz von Futtermitteln und Kot ergab:

Gerste I wie in Periode I	= 84.21 %
Fischmehl wie in Periode I	= 85.59 %

	abgewogen g	erhalten g	Mittel g	%
Fleischmehl	3	2.6624	2.6630	88.77
		2.6636		
Kot	3	2.6446	2.6465	88.22
		2.6484		
Weinsäurekot	3	2.6998	2.7001	90.00
		2.7004		

Futter.

Im Futter wurde folgende Trockensubstanz verabreicht:

2000 g	Gerste I	= 1684.20 g	Trockensubstanz
100 g	Fischmehl	= 85.59 g	„
150 g	Fleischmehl	= 133.16 g	„

Kot.

Der Kot wurde während der Hauptfütterung vom 26. April bis 3. Mai gesammelt und je 1/10 seiner Gewichtsmenge verarbeitet.

Datum	Für den Verdauungsversuch frisch g	abgewogen g	lufttrocken g	Für die Stickstoffbilanz abgewogen g	lufttrocken g
26/27. 4.	1634	163.4	42.10	163.4	43.55
27/28.	1905	190.5	48.10	190.5	49.45
28/29.	1936	193.6	46.95	193.6	46.10
29/30.	1208	120.8	32.05	120.8	31.55
30. 4./1. 5.	2086	208.6	53.60	208.6	54.60
1/2.	1520	152.0	36.75	152.0	38.25
2/3.	2055	205.5	52.45	205.5	54.80

Im Mittel schied das Versuchstier an frischer und Trockensubstanz aus:

	frisch g	lufttrocken g	Trockensubstanz des lufttrockenen Kotes %	Trockensubstanz des frischen Kotes g
Kot	1763.43	445.70	88.22	393.20
Weinsäurekot	1763.43	454.70	90.00	409.23

Analysen.

In Prozenten der Trockensubstanz bestehen Futtermittel und Kot aus:

	Eiweiß	Fett	Asche	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe	Organische Substanz
Gerste I	11.56	2.91	3.15	7.17	75.21	96.85
Fischmehl	57.24	13.25	29.51	—	—	70.49
Fleischmehl	86.72	12.39	0.89	—	—	99.11
Kot	11.88	4.86	14.58	27.21	41.47	85.42

Der verdauliche Anteil der Nährstoffe.

Die Differenz von Futter und Kot gibt den verdaulichen Anteil der Nährstoffe an:

	Trockensubstanz g	Eiweiß g	Fett g	Asche g	Rohfaser g	Stickstofffr. Extraktstoffe g	Organische Substanz g
2000 g Gerste I	1684.20	194.69	49.01	53.05	120.76	1266.69	1631.15
100 g Fischmehl	85.59	48.99	11.34	25.26	—	—	60.33
150 g Fleischmehl	133.16	115.48	16.50	1.19	—	—	131.97
Sa.:	1902.95	359.16	76.85	79.50	120.76	1266.69	1823.45
1763.43 g Kot	393.20	46.71	19.11	57.33	106.99	163.06	335.87
verdaut in g	1509.75	312.45	57.74	22.17	13.77	1103.63	1487.58

Stickstoff im Harn.

Die während des Versuchsabschnittes gesammelten Harnmengen und die Bestimmung des Harnstickstoffes gibt folgende Übersicht an:

Datum	Gewicht von Harn + Spülwasser g	Spez. Gewicht	10 ccm Harn entsprechen ccm Barytwasser 1	2	Mittel	1 ccm Barytwasser entspricht mgr Stickstoff	Stickstoff im Ganzen g
20/21. 4.	3726	1.0124	53.6	53.8	53.7	1.613	31.877
21/22.	3743	1.0140	61.5	61.5	61.5	1.613	36.641
22/23.	3393	1.0146	67.3	67.1	67.2	1.613	36.245
23/24.	3424	1.0151	69.6	69.6	69.6	1.613	37.865
24/25.	3773	1.0135	63.2	63.0	63.1	1.613	37.887
25/26.	3632	1.0140	64.3	64.2	64.25	1.615	37.238
26/27.	3871	1.0131	63.1	63.3	63.2	1.621	39.100
27/28.	3192	1.0154	73.9	73.8	73.85	1.621	37.674
28/29.	3411	1.0150	72.0	72.0	72.0	1.624	39.284
29/30.	3579	1.0132	63.7	63.7	63.7	1.610	36.231
30. 4/1. 5.	3671	1.0136	62.3	62.3	62.3	1.610	36.332
1/2.	3571	1.0147	67.7	67.8	67.75	1.608	38.327
2/3.	3621	1.0130	60.3	60.2	60.25	1.610	34.679

Im Mittel der letzten sieben Tage wurden im Harn je Tag 37.375 g Stickstoff ausgeschieden.

Stickstoffbilanz.

In 100 Teilen Trockensubstanz enthielt der Weinsäurekot 1.93 g Stickstoff.

2000 g Gerste I	=	31.15 g	Stickstoff
100 g Fischmehl	=	7.84 g	„
150 g Fleischmehl	=	18.48 g	„
Einnahme Sa.:	=	57.47 g	Stickstoff
ausgeschieden im Harn	=	37.38 g	„
ausgeschieden in 409.23 g trockenem Kot	=	7.92 g	„
Ausgabe Sa.:	=	45.30 g	Stickstoff

im Körper verblieben = 12.17 g Stickstoff
Eiweißansatz = 76.06 g
Fleischansatz = 304.24 g

Stoffwechselgleichung.

Sie faßt das Ergebnis der Zulageperiode zusammen.

Verdaute Nährstoffe				=		
Eiweiß g	Fett g	Rohfaser g	Stickstoffreie Extraktstoffe g	Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
312.45	57.74	13.77	1103.63	76.06	512	69.5

oder die verdauten Nährstoffe in zwei Zahlen:

Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstoffreie g	=	Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
312.45	1250.20		76.06	512	69.5

Gegenüberstellung der Stoffwechselgleichungen der Normalperiode II b und Zulageperiode III.

Der Unterschied in den Ergebnissen der Normalperiode IIb und der Zulageperiode III läßt, da in beiden Perioden die Futtergrundlage dieselbe ist, den Wirkungswert der Zulage von 150 g Fleischmehl rein in Erscheinung treten.

	Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstoffreie g	=	Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g
Normalperiode IIb	200.07	1214.87		54.31	447
Zulageperiode III	312.45	1250.20		76.06	512
Fleischmehlzulage	112.38	35.33		21.75	65

oder auf 1 g zugelegtes verdauliches Rohprotein in Form von Fleischmehl kommt ein Eiweißansatz von 0.1935 g.

IV. Periode.

Unmittelbar an die Zulageperiode III schließt sich der Versuchsanordnung entsprechend diese Normalperiode an, die vom 3. bis 10. Mai verlief.

Die Tagesration bestand aus:

2000 g Gerste I
100 g Fischmehl
3.5 l Wasser.

Das Lebendgewicht wurde festgestellt am 3. Mai mit 72.80 kg,
am 10. Mai mit 75.60 kg,
mithin in 7 Tagen eine Zunahme von 2.8 kg
oder eine Zunahme je Tag von 400 g.

Da die Trockensubstanzen dieselben wie in Normalperiode I sind, gelten alle dortigen Zahlen auch hier für Futter, Kot, verdaulichen Anteil der Nährstoffe und den Stickstoffgehalt im Weinsäurekot.

Stickstoff im Harn.

Die Harnmengen wurden während des ganzen Versuchsabschnittes gesammelt und auf ihren Stickstoffgehalt untersucht, wie aus der folgenden Übersicht hervorgeht:

Datum	Gewicht von Harn + Spülwasser g	Spez. Gewicht	10 ccm Harn entsprechen ccm Barytwasser 1	2	Mittel	1 ccm Barytwasser entspricht mgr Stickstoff	Stickstoff im Ganzen g
3/4. 5.	3700	1.0129	54.2	54.2	54.2	1.610	31.879
4/5.	3410	1.0107	41.6	41.4	41.5	1.608	22.507
5/6.	3756	1.0104	40.0	40.0	40.0	1.610	23.942
6/7.	3367	1.0110	42.9	42.9	42.9	1.519	21.703
7/8.	3884	1.0095	37.7	37.7	37.7	1.519	22.032
8/9.	3575	1.0110	43.1	42.9	43.0	1.521	23.133
9/10.	3506	1.0109	41.9	41.9	41.9	1.521	22.110

Im Mittel der letzten 5 Tage wurden im Harn je Tag 22.585 g Stickstoff ausgeschieden. Ein Vergleich dieser Zahl mit der entsprechenden der Normalperiode IIb 22.95 g zeigt, daß die Stickstoffzersetzung in Periode I etwas geringer als in IIb ist. Diese Schwankung ist vermutlich in der zeitlich verschiedenen biologischen Disposition des Tieres begründet, ohne daß jedoch für deren zeitliche Verschiedenheit selbst eine hinreichende Erklärung gegeben werden kann.

Stickstoffbilanz.

Die hier angeführten Zahlen für den Stickstoffgehalt in Futter und Kot sind aus der Stickstoffbilanz der Normalperiode I übernommen.

2000 g Gerste I		=	31.15 g	Stickstoff
100 g Fischmehl		=	7.84 g	„
Einnahme	Sa.:	=	38.99 g	Stickstoff
ausgeschieden im Harn		=	22.59 g	„
ausgeschieden in 399.33 g trockenem Kot		=	7.35 g	„
Ausgabe	Sa.	=	29.94 g	Stickstoff
im Körper verblieben		=	9.05 g	„
Eiweißansatz		=	56.56 g	
Fleischansatz		=	226.24 g	

Stoffwechselgleichung.

Die Zahlen für die verdauten Nährstoffe entstammen der Normalperiode I.

Verdaute Nährstoffe: Eiweiß g	Fett g	Rohfaser g	Stickstoffreie Extraktstoffe g	= Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
200.07	38.94	16.65	1108.66	56.56	400	74.2

oder zusammengefaßt:

Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstoffreie g	= Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
200.07	1214.87	56.56	400	74.2

V. Periode.

An die IV. Normalperiode schließt sich versuchsplanmäßig eine Zulageperiode an. In dieser wird die Stickstoffsubstanz der Trockenhefe auf ihren Wirkungswert geprüft.

Die Tagesration bestand aus:

2000 g Gerste I,
100 g Fischmehl,
200 g Trockenhefe,
3.5 l Wasser.

Die Vorfütterung dauerte vom 10.—16. Mai, die Hauptfütterung vom 16.—24. Mai.

Im Verlaufe der Hauptfütterung, am 18/19. Mai, erbrach das Versuchsschwein — ein Grund dafür kann nicht angegeben werden — einen Teil des verzehrten Futtergemisches, der aber quantitativ gesammelt und analytisch verarbeitet wurde. Die beiden letzten Tage der Hauptfütterung verweigerte das Tier die Futteraufnahme, so daß erhebliche Futterreste blieben. Die beiden fraglichen Tage sind in der Bilanz unberücksichtigt gelassen und in folgendem nicht mit angegeben worden. Das Versuchsschwein mußte nach weiteren 2 Tagen Normalfütterung (ausgefallene Periode VI) aus dem Stoffwechselstall herausgenommen werden, da es infolge seines dauernden Aufenthaltes darin an Widerstandskraft verloren hatte.

Die Versuchsreihe wurde vom 27. Mai bis zum 21. Juni unterbrochen.

Das Lebendgewicht betrug am 10. Mai 75.6 kg; auf seine Feststellung am Schluß des Versuchsabschnittes wurde verzichtet, da bei der erwähnten anormalen Futteraufnahme eine Wägung nur ein falsches Bild des Gewichtszustandes ergeben hätte.

Die Futtermittel wurden am 10. Mai neu abgewogen.

Die Ermittlung der Trockensubstanz der Futtermittel, des erbrochenen Futtergemisches und des Kotes ergab:

	abgewogen g	erhalten g	Mittel g	%
Gerste I	3	2.5376	2.5390	84.63
		2.5404		
Fischmehl	3	2.5608	2.5606	85.35
		2.5604		
Hefe	3	2.7342	2.7314	91.05
		2.7286		
erbrochenes Futter	3	2.8104	2.8108	93.69
		2.8112		
Kot	3	2.7128	2.7155	90.52
		2.7182		
Weinsäurekot	3	2.7020	2.7024	90.08
		2.7028		

Futter.

Die Trockensubstanzmenge im Futter betrug also:

2000 g	Gerste I	= 1692.60 g	Trockensubstanz
100 g	Fischmehl	= 85.35 g	„
200 g	Trockenhefe	= 182.10 g	„

Kot.

Der Kot wurde vom 16.—22. Mai gesammelt und verarbeitet.

Datum	Für den Verdauungsversuch frisch g	abgewogen g	lufttrocken g	Für die Stickstoffbilanz abgewogen g	lufttrocken g
16/17. 5.	1581	158.1	40.85	158.1	43.35
17/18.	1682	168.2	44.40	168.2	45.90
18/19.	1453	145.3	36.55	145.3	38.05
19/20.	1068	106.8	28.95	106.8	31.10
20/21.	1330	133.0	36.70	133.0	38.75
21/22.	2245	224.5	57.85	224.5	54.60

Im Mittel enthielt der Kot je Tag an frischer und Trockensubstanz:

	frisch g	lufttrocken g	Trockensubstanz des lufttrockenen Kotes %	Trockensubstanz des frischen Kotes g
Kot	1559.83	408.80	90.52	370.05
Weinsäurekot	1559.83	419.60	90.08	377.98

Die frische und Trockensubstanz des erbrochenen Futtergemisches geht aus folgender Übersicht hervor:

	870.00	317.55	93.69	297.51

Analysen.

Der Gehalt der Futtermittel, des erbrochenen Futters und des Kotes betrug in 100 Teilen Trockensubstanz:

	Eiweiß	Fett	Asche	Rohfaser	Stickstoffreie Extraktstoffe	Organische Substanz
Gerste I	11.56	2.91	3.15	7.17	75.21	96.85
Fischmehl	57.24	13.25	29.51	—	—	70.49
Hefe	49.00	5.47	9.85	5.34	30.34	90.15
erbrochenes Futter	16.57	2.54	5.84	8.75	66.30	94.16
Kot	12.33	6.18	15.19	25.19	41.11	84.81

Der verdauliche Anteil der Nährstoffe.

Von der Summe der gereichten Nährstoffe ist der erwähnte Anteil des erbrochenen Futtergemisches, und zwar zu 1/6 seiner frischen beziehungsweise Trockensubstanz = 145 g beziehungsweise 49.59 g Trockensubstanz abzuziehen, da während 6 Tagen der Verdauungsversuch durchgeführt und die zum tatsächlichen Verzehr gebrachte Trockensubstanz je Tag um diesen Betrag erniedrigt

wurde. Die Differenz zwischen dem so berechneten, wirklich verzehrten Futter und dem Kot gibt den Anteil der verdaulichen Nährstoffe an.

	Trockensubstanz g	Eiweiß g	Fett g	Asche g	Rohfaser g	Stickstofffr. Extraktstoffe g	Organische Substanz g
2000 g Gerste I	1692.60	195.66	49.25	53.32	121.36	1273.01	1639.28
100 g Fischmehl	85.35	48.85	11.31	25.19	—	—	60.16
200 g Hefe	182.10	89.23	9.96	17.94	9.72	55.25	164.16
Sa.:	1960.05	333.74	70.52	96.45	131.08	1328.26	1863.60
145 g erbrochenes Futter	49.59	8.22	1.26	2.90	4.34	32.87	46.69
Sa.:	1910.46	325.52	69.26	93.55	126.74	1295.39	1816.91
1559.83 g Kot	370.05	45.63	22.87	56.21	93.22	152.12	313.84
verdaut in g	1540.41	279.89	46.39	37.34	33.52	1143.27	1503.07

Stickstoff im Harn.

Die ausgeschiedene Harnmenge und ihr Stickstoffgehalt gehen aus folgender Übersicht hervor:

Datum	Gewicht von Harn + Spülwasser g	Spez. Gewicht	10 ccm Harn entsprechen ccm Barytwasser 1	2	Mittel	1 ccm Barytwasser entspricht mgr Stickstoff	Stickstoff im Ganzen g
10/11. 5.	3703	1.0131	49.9	49.9	49.9	1.521	27.748
11/12.	3402	1.0162	67.2	67.2	67.2	1.524	34.282
12/13.	3141	1.0154	62.2	62.0	62.1	1.524	29.273
13/14.	4023	1.0126	51.3	51.5	51.4	1.526	31.165
14/15.	3690	1.0138	55.6	55.8	55.7	1.529	31.064
15/16.	3171	1.0152	62.6	62.6	62.6	1.529	29.882
16/17.	2900	1.0154	60.1	60.0	60.05	1.529	26.216
17/18.	3479	1.0145	54.9	55.0	54.95	1.526	28.759
18/19.	4886	1.0124	45.3	45.1	45.2	1.521	26.397
19/20.	3405	1.0150	60.8	60.7	60.75	1.529	31.153
20/21.	3794	1.0148	43.9	43.8	43.85	1.519	24.978
21/22.	3936	1.0139	54.8	54.7	54.75	1.519	32.286

Im Mittel der letzten 9 Tage wurden im Harn je Tag 29.100 g Stickstoff ausgeschieden.

Stickstoffbilanz.

Für die Aufstellung der Stickstoffbilanz gilt in analoger Weise das für die Berechnung des Anteils der verdaulichen Nährstoffe Gesagte. Der Weinsäurekot enthielt in Prozenten der Trockensubstanz 2.107 g Stickstoff.

2000 g Gerste I	=	31.31 g	Stickstoff
100 g Fischmehl	=	7.82 g	„
200 g Hefe	=	14.28 g	„
Sa.:	=	53.41 g	Stickstoff
145 g erbrochenes Futter	=	1.32 g	„
Einnahme Sa.:	=	52.09 g	Stickstoff
ausgeschieden im Harn	=	29.10 g	„
ausgeschieden in 377.98 g trockenem Kot	=	7.97 g	„
Ausgabe Sa.:	=	37.07 g	Stickstoff
im Körper verblieben	=	15.02 g	„
Eiweißansatz	=	93.88 g	„
Fleischansatz	=	375.52 g	„

Stoffwechselgleichung.

Aus dem oben angeführten Grunde kann die Lebendgewichtszunahme nicht angegeben werden. Die Gleichung lautet:

Verdaute Nährstoffe						
Eiweiß g	Fett g	Rohfaser g	Stickstofffreie Extraktstoffe g	= Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
279.89	46.39	33.52	1143.27	93.88	?	ca. 79

oder die verdauten Nährstoffe zusammengefaßt in

Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstofffreie g	= Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
279.89	1283.49	93.88	?	ca. 97

Gegenüberstellung der Stoffwechselgleichungen der Normalperiode IV und Zulageperiode V.

	Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstofffreie g	= Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g
Normalperiode IV	200.07	1214.87	56.56	400
Zulageperiode V	279.89	1283.49	93.88	?
Hefezulage	79.82	68.62	37.32	?

oder auf 1 g zugelegtes verdauliches Rohprotein in Form von Trockenhefe kommt ein Eiweißansatz von 0.4676 g.

Vergleich der Ergebnisse über Fleischmehl und Trockenhefe.

Nach der alten Anschauung müßte auf eine Einheit von zugelegtem verdaulichen Eiweiß in jedweder Form der gleiche Eiweißansatz zu erwarten sein; das Eiweiß in Fleischmehl und Trockenhefe wäre demnach als gleichwertig zu betrachten. Wie verhalten sich nach dieser Richtung hin die bisherigen Ergebnisse der angestellten Versuchsreihen?

In Periode III brachte 1 g zugelegtes verdauliches Rohprotein in Form von Fleischmehl einen Eiweißansatz von 0.1935 g

In Periode V brachte 1 g zugelegtes verdauliches Rohprotein in Form von Trockenhefe einen Eiweißansatz von 0.4676 g

Oder den Eiweißansatz der Trockenhefe = 100 gesetzt, ergibt sich ein Eiweißansatz für

Trockenhefe = 100
Fleischmehl = 41.

Diese vergleichende Übersicht läßt mit aller Deutlichkeit als erstes bedeutsames Ergebnis der vorliegenden Arbeit die Folgerung zu, daß das verdauliche Rohprotein in Fleischmehl und Trockenhefe einen verschiedenen Wert für die Produktion von Schweinefleisch hat. Das Fleischmehl hat im Verhältnis zur Trockenhefe eine verdauliche Gesamtstickstofffubstanz, deren biologische Wertigkeit für das Schwein rund 2½fach hinter der von Trockenhefe zurücksteht. Die verdauliche Gesamtstickstofffubstanz der Trockenhefe ist als relativ vollwertig anzusehen.

VII. Periode.

Nach der erwähnten Unterbrechung wurden die Versuchsreihen mit demselben Versuchsschwein am 21. Juni mit einer Normalperiode fortgeführt. Die Tagesration bestand aus:

2000 g Gerste II
100 g Fischmehl
3.5 Liter Wasser.

Die Vorfütterung verlief vom 21.—27. Juni, die Hauptfütterung vom 27. Juni bis 5. Juli.

Das Lebendgewicht betrug	am 21. Juni	92.8 kg
	am 5. Juli	97.0 kg
in 14 Tagen also eine Zunahme von		4.2 kg
oder eine Zunahme je Tag von		300 g

Am 20. Juni wurde das Grundfutter für die drei folgenden Perioden zugleich abgewogen und die bisher verabreichte Gerste durch eine neue, zur Unterscheidung mit Gerste II bezeichnet, ersetzt.

Die Ermittlung der Trockensubstanz der Futtermittel und des Kotes ergab:

	abgewogen g	erhalten g	Mittel g	%
Gerste II	3	2.5558	2.5530	85.10
		2.5502		
Fischmehl	3	2.5680	2.5674	85.58
		2.5668		
Kot	3	2.6808	2.6825	89.42
		2.6842		
Weinsäurekot	3	2.7270	2.7317	91.06
		2.7364		

Futter.

Im Futter wurde an Trockensubstanz verabreicht:

2000 g Gerste II = 1702.00 g Trockensubstanz
100 g Fischmehl = 85.58 g „

Kot.

Die vom 27. Juni bis 5. Juli gesammelte Kotmenge betrug:

Datum	Für den Verdauungsversuch frisch g	Für den Verdauungsversuch abgewogen g	Für den Verdauungsversuch lufttrocken g	Für die Stickstoffbilanz abgewogen g	Für die Stickstoffbilanz lufttrocken g
27/28. 6.	1247	124.7	35.25	124.7	36.70
28/29.	1536	153.6	43.80	153.6	44.75
29./30.	1642	164.2	46.60	164.2	48.65
30. 6./1. 7.	1075	107.5	31.60	107.5	32.90
1/2.	1921	192.1	54.95	192.1	56.90
2/3.	1777	177.7	49.70	177.7	51.95
3/4.	1061	106.1	31.20	106.1	32.80
4/5.	1345	134.5	38.90	134.5	40.75

Im Mittel wurde je Tag an frischer und Trockensubstanz ausgeschieden:

	frisch g	lufttrocken g	Trockensubstanz des lufttrockenen Kotes %	Trockensubstanz des frischen Kotes g
Kot	1450.5	415.0	89.42	371.10
Weinsäurekot	1450.5	431.75	91.06	393.15

Analysen.

Futtermittel und Kot enthielten in Prozenten der Trockensubstanz

	Eiweiß	Fett	Asche	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe	Organische Substanz
Gerste II	10.20	2.12	3.38	6.08	78.22	96.62
Fischmehl	57.24	13.25	29.51	—	—	70.49
Kot	10.84	4.34	14.52	26.58	43.72	85.48

Der verdauliche Anteil der Nährstoffe.

Die Differenz von Futter und Kot gibt die verdauten Nährstoffe an.

	Trockensubstanz g	Eiweiß g	Fett g	Asche g	Rohfaser g	Stickstoffr. Extraktstoffe g	Organische Substanz g
2000 g Gerste II	1702.00	173.60	36.08	57.53	103.48	1331.31	1644.47
100 g Fischmehl	85.58	48.99	11.34	25.25	—	—	60.33
Sa.:	1787.58	222.59	47.42	82.78	103.48	1331.31	1704.80
1450.5 g Kot	371.10	40.23	16.11	53.88	98.64	162.24	317.22
verdaut in g	1416.48	182.36	31.31	28.90	4.84	1169.07	1387.58

Stickstoff im Harn.

Harnmenge und Gehalt an Harnstickstoff gehen aus folgender Übersicht hervor:

Datum	Gewicht von Harn + Spülwasser g	Spez. Gewicht	10 ccm Harn entsprechen ccm Barytwasser 1	2	Mittel	1 ccm Barytwasser entspricht mgr Stickstoff	Stickstoff im Ganzen g
27/28. 6.	3753	1.0099	36.2	36.2	36.2	1.526	20.532
28/29.	4201	1.0104	38.4	38.3	38.35	1.526	24.336
29/30.	3772	1.0092	35.1	35.2	35.15	1.524	20.019
30. 6./1. 7.	3712	1.0097	35.3	35.3	35.3	1.524	19.776
1/2.	3928	1.0096	35.3	35.3	35.3	1.521	20.896
2/3.	3541	1.0107	39.5	39.5	39.5	1.521	21.054
3/4.	3719	1.0092	35.7	35.5	35.6	1.521	19.961
4/5.	3765	1.0087	32.4	32.4	32.4	1.524	18.434

Im Mittel wurde je Tag im Harn 20.626 g Stickstoff ausgeschieden.

Stickstoffbilanz.

Der Weinsäurekot enthielt in Prozenten der Trockensubstanz 1.80 g Stickstoff.

2000 g Gerste II	=	27.78 g	Stickstoff
100 g Fischmehl	=	7.84 g	„
Einnahme Sa.:	=	35.62 g	Stickstoff
ausgeschieden im Harn	=	20.63 g	„
ausgeschieden in 393.15 g trockenem Kot	=	7.09 g	„
Ausgabe Sa.:	=	27.72 g	Stickstoff
im Körper verblieben	=	7.90 g	„
Eiweißansatz	=	49.38 g	
Fleischansatz	=	197.52 g	

Stoffwechselgleichung.

Das Endergebnis lautet:

Verdaute Nährstoffe: Eiweiß g	Fett g	Rohfaser g	Stickstofffreie Extraktstoffe g	= Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
182.36	31.31	4.84	1169.07	49.38	300	94.9

oder die verdauten Nährstoffe in zwei Zahlen ausgedrückt:

Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstofffreie g	= Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
182.36	1245.92	49.38	300	94.9

VIII. Periode.

An die Normalperiode VII schließt sich diese Periode an, in der zum Grundfutter Fischmehl zugelegt wurde zur Prüfung der biologischen Wertigkeit seiner verdaulichen Gesamtstickstoffsubstanz.

Die Tagesration war zusammengesetzt aus:

2000 g Gerste II
100 g Fischmehl
200 g Fischmehlzulage
3.5 Liter Wasser.

Die Vorfütterung verlief vom 5.—11. Juli, die Hauptfütterung vom 11.—18. Juli.

Das Lebendgewicht wurde festgestellt am 5. Juli mit 97.0 kg
am 18. Juli mit 103.7 kg
in 13 Tagen demnach eine Zunahme von 6.7 kg
oder eine Zunahme je Tag von 515 g

Die Ermittelung der Trockensubstanz von Futtermitteln und Kot ergab:

Gerste II wie in Periode VII = 85.10 %
Fischmehl wie in Periode VII = 85.58 %

	abgewogen g	erhalten g	Mittel g	%
Fischmehlzulage	3	2.6034	2.6051	86.83
		2.6068		
Kot	3	2.6794	2.6799	89.33
		2.6804		
Weinsäurekot	3	2.7092	2.7117	90.39
		2.7142		

Futter.

Die im Futter gegebene Trockensubstanzmenge betrug also:

2000 g Gerste II = 1702.00 g Trockensubstanz
100 g Fischmehl = 85.58 g „
200 g Fischmehlzulage = 173.66 g „

Kot.

Die täglich anfallende Kotmenge wurde zu je 1/10 ihres Gewichtes verarbeitet

Datum	Für den Verdauungsversuch frisch g	abgewogen g	lufttrocken g	Für die Stickstoffbilanz abgewogen g	lufttrocken g
11/12. 7.	1477	147.7	43.25	147.7	44.30
12/13.	1758	175.8	50.60	175.8	52.15
13/14.	1524	152.4	44.95	152.4	46.40
14/15.	1881	188.1	54.55	188.1	56.35
15/16.	1891	189.1	55.20	189.1	56.50
16/17.	1355	135.5	40.65	135.5	41.90
17/18.	1956	195.6	55.30	195.6	57.65

Die frische und Trockensubstanz im Tagesmittel geben folgende Zahlen an:

	frisch g	lufttrocken g	Trockensubstanz des lufttrockenen Kotes %	Trockensubstanz des frischen Kotes g
Kot	1691.7	492.14	89.33	439.63
Weinsäurekot	1691.7	507.50	90.39	458.73

Analysen.

100 Teile Trockensubstanz von Futtermitteln und Kot enthielten:

	Eiweiß	Fett	Asche	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe	Organische Substanz
Gerste II	10.20	2.12	3.38	6.08	78.22	96.62
Fischmehl	57.24	13.25	29.51	—	—	70.49
Kot	11.55	4.35	15.70	23.77	44.63	84.30

Der verdauliche Anteil der Nährstoffe berechnet sich aus der Differenz von Futter und Kot in folgender Weise:

	Trockensubstanz g	Eiweiß g	Fett g	Asche g	Rohfaser g	Stickstoffr. Extraktstoffe g	Organische Substanz g
2000 g Gerste II	1702.00	173.60	36.08	57.53	103.48	1331.31	1644.47
100 g Fischmehl	85.58	48.99	11.34	25.25	—	—	60.33
200 g Fischmehlzulage	173.66	99.40	23.01	51.25	—	—	122.41
Sa.:	1961.24	321.99	70.43	134.03	103.48	1331.31	1827.21
1691.7 g Kot	439.63	50.78	19.12	69.02	104.50	196.21	370.61
verdaut in g	1521.61	271.21	51.31	65.01	— (—1.02)	1135.10	1456.60

Stickstoff im Harn.

An Harnmenge und Harnstickstoff wurde im Versuchsabschnitt gefunden:

Datum	Gewicht von Harn + Spülwasser g	Spez. Gewicht	10 ccm Harn entsprechen ccm Barytwasser 1	2	Mittel	1 ccm Barytwasser entspricht mgr Stickstoff	Stickstoff im Ganzen g
5/6. 7.	3377	1.0126	48.8	48.6	48.7	1.524	24.754
6/7.	4467	1.0113	40.3	40.2	40.25	1.524	27.098
7/8.	3859	1.0135	50.4	50.6	50.5	1.524	29.309
8/9.	3565	1.0142	53.3	53.4	53.35	1.524	28.582
9/10.	3478	1.0145	53.3	53.2	53.25	1.524	28.348
10/11.	3376	1.0153	57.3	57.1	57.2	1.527	29.042
11/12.	3384	1.0144	52.3	52.2	52.25	1.527	26.617
12/13.	3628	1.0137	51.2	51.2	51.2	1.524	27.925
13/14.	3671	1.0142	54.4	54.4	54.4	1.524	30.013
14/15.	3695	1.0145	51.6	51.6	51.6	1.527	28.696
15/16.	2743	1.0153	67.0	66.9	66.95	1.527	27.620
16/17.	4034	1.0130	46.1	46.0	46.05	1.530	28.054
17/18.	3781	1.0143	49.7	49.9	49.8	1.513	28.094

Im Mittel der letzten 7 Tage sind im Harn je Tag 28.146 g Stickstoff ausgeschieden worden.

Stickstoffbilanz.

Der Weinsäurekot enthielt in Prozent der Trockensubstanz 1.96 g Stickstoff.

2000 g Gerste II	=	27.78 g	Stickstoff
100 g Fischmehl	=	7.84 g	„
200 g Fischmehlzulage	=	15.90 g	„
Einnahme Sa.:	=	51.52 g	Stickstoff
ausgeschieden im Harn	=	28.15 g	„
ausgeschieden in 458.73 g trockenem Kot	=	8.99 g	„
Ausgabe Sa.:	=	37.14 g	Stickstoff
im Körper verblieben	=	14.38 g	„
Eiweißansatz	=	89.88 g	
Fleischansatz	=	359.52 g	

Stoffwechselgleichung.

Die Beziehung zwischen verdauten Nährstoffen und deren Erfolg kommt in folgenden Zahlen zum Ausdruck:

Verdaute Nährstoffe				=			
Eiweiß g	Fett g	Rohfaser g	Stickstoffreie Extraktstoffe g	Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
271.21	51.31	—	1135.10	89.88	515	100.35

oder die verdauten Nährstoffe zusammengefaßt in

Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstoffreie g	=	Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
271.21	1253.50		89.88	515	100.35

Gegenüberstellung der Stoffwechselgleichungen der Normalperiode VII und der Zulageperiode VIII.

Die Differenz der Stoffwechselgleichungen der Normalperiode VII und der Zulageperiode VIII ergibt die Stoffwechselgleichung der Zulage:

	Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstoffreie g	=	Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g
Normalperiode VII	182.36	1245.92		49.38	300
Zulageperiode VIII	271.21	1253.50		89.88	515
Fischmehlzulage	88.85	7.62		40.50	215

oder auf 1 g zugelegtes verdauliches Rohprotein in Form von Fischmehl kommt ein Eiweißansatz von 0.4558 g.

Vergleich der Endergebnisse über Fleischmehl, Trockenhefe und Fischmehl.

Die biologische Wertigkeit des Fleischmehls und der Hefe wurde bereits festgestellt. Welcher Wert kommt im Vergleich mit

diesen beiden Futtermitteln dem Fischmehl zu? Zur Beantwortung der Frage seien die diesbezüglichen Endzahlen nacheinander aufgeführt:

In Periode III brachte 1 g zugelegtes verdauliches Rohprotein in Form von Fleischmehl einen Eiweißansatz von 0.1935 g,

in Periode V brachte 1 g zugelegtes verdauliches Rohprotein in Form von Trockenhefe einen Eiweißansatz von 0.4676 g,

in Periode VIII brachte 1 g zugelegtes verdauliches Rohprotein in Form von Fischmehl einen Eiweißansatz von 0.4558 g,

oder den Eiweißansatz der Trockenhefe = 100 gesetzt:

Trockenhefe	=	100
Fleischmehl	=	41
Fischmehl	=	97.5.

Die biologische Wertigkeit der verdaulichen Gesamtstickstoffsubstanz im Fischmehl ist, das sagen die vorstehenden Zahlen eindeutig, dieselbe wie die der Trockenhefe, und beide übertreffen die Wertigkeit der verdaulichen Gesamtstickstoffsubstanz im Fleischmehl um das nahezu Zweieinhalbfache.

IX. Periode.

Diese Normalperiode schließt sich an die vorhergehende Zulageperiode unmittelbar an.

Die Tagesration bestand aus:

2000 g Gerste II
100 g Fischmehl
3,5 Liter Wasser.

Die Vorfütterung dauerte vom 18. bis 21. Juli, die Hauptfütterung vom 21. bis 30. Juli.

Das Lebendgewicht war am 18. Juli	103.7 kg,
am 30. Juli	106.7 kg,
mithin in 12 Tagen eine Zunahme von	3.0 kg,
oder eine Zunahme je Tag von	250 g.

Die Trockensubstanz der Futtermittel und des Kotes und damit die Zahlen für Futter, Kot, verdaulichen Anteil der Nährstoffe und den Stickstoffgehalt des Weinsäurekotes sind dieselben wie in Normalperiode VII. Sie wurden in die Stickstoffbilanz und die Stoffwechselgleichung übernommen.

Stickstoff im Harn.

Der während der ganzen Periode ausgeschiedene Harn wurde auf seinen Stickstoffgehalt untersucht, wie die Übersicht zeigt:

Datum	Gewicht von Harn + Spülwasser g	Spez. Gewicht	10 ccm Harn entsprechen ccm Barytwasser 1	2	Mittel	1 ccm Barytwasser entspricht mgr Stickstoff	Stickstoff im Ganzen g
18/19. 7.	3864	1.0113	37.8	38.0	37.9	1.527	22.113
19/20.	4066	1.0106	36.0	36.1	36.05	1.527	22.148
20/21.	3686	1.0098	34.1	34.1	34.1	1.527	19.006
21/22.	3897	1.0104	36.6	36.7	36.65	1.530	21.623
22/23.	3720	1.0102	36.3	36.3	36.3	1.5325	20.485
23/24.	3578	1.0083	30.9	30.8	30.85	1.527	16.716
24/25.	3781	1.0107	35.2	35.2	35.2	1.527	20.108
25/26.	3997	1.0106	33.8	33.9	33.85	1.530	20.479
26/27.	3786	1.0102	33.0	32.9	32.95	1.530	18.891
27/28.	3964	1.0107	37.5	37.4	37.45	1.519	22.306
28/29.	3613	1.0105	35.3	35.3	35.3	1.519	19.169
29/30.	3887	1.0105	35.6	35.5	35.55	1.519	20.768

Im Mittel der letzten 9 Tage wurden im Harn je Tag 20.061 g Stickstoff ausgeschieden.

Stickstoffbilanz.

Der Stickstoffgehalt im Weinsäurekot (Periode VII) betrug in Prozent der Trockensubstanz 1.80 g.

2000 g Gerste II		=	27.78 g	Stickstoff
100 g Fischmehl		=	7.84 g	„
Einnahme	Sa.:	=	35.62 g	Stickstoff
ausgeschieden im Harn		=	20.06 g	„
ausgeschieden in 393.15 g trockenem Kot		=	7.09 g	„
Ausgabe	Sa.:	=	27.15 g	Stickstoff
im Körper verblieben		=	8.47 g	„
Eiweißansatz		=	52.94 g	„
Fleischansatz		=	215.76 g	

Stoffwechselgleichung.

Die verdauten Nährstoffe sind dieselben wie in Periode VII:

Verdaute Nährstoffe: Eiweiß g	Fett g	Rohfaser g	Stickstofffreie Extraktstoffe g	= Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
182.36	31.31	4.84	1169.07	52.94	250	105.2

oder zusammengefaßt in:

Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstofffreie g	= Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
182.36	1245.92	52.94	250	105.2

Im Vergleich mit der Stoffwechselgleichung der Normalperiode VII, die lautet:

182.36	1245.92	= 49.38	300	94.9

ist wegen geringerer Stickstoffzersetzung in der Normalperiode IX ein etwas höherer Eiweißansatz bei Abnahme der Lebendgewichtszunahme um 50 g je Tag infolge gestiegenen Anspruches an das Erhaltungsfutter zu beobachten.

X. Periode.

Die Aufgabe dieser Periode besteht darin, die Spezialmarke „Elbheringsmehl" auf ihre Geeignetheit für die Produktion von Schweinefleisch zu untersuchen. In der Bemessung der Tagesration wurde insofern von dem geübten Verfahren abgewichen, als das Fischmehl des Grundfutters und die Fischmehlzulage der Zulageperiode VIII im ganzen ersetzt wurde durch Elbheringsmehl. Demnach bestand das Futter aus:

2000 g Gerste II,
300 g Elbheringsmehl,
3.5 l Wasser.

Die Vorfütterung verlief vom 30. Juli bis 4. August, die Hauptfütterung vom 4. bis 12. August.

Das Lebendgewicht wurde festgestellt am 30. Juli mit 106.7 kg
am 12. August mit 114.1 kg
in 13 Tagen also eine Zunahme von 7.4 kg
oder eine Zunahme je Tag von 569 g.

Am 30. Juli wurde die Gerste zugleich für die noch folgenden Perioden und das Elbheringsmehl, das vorher noch durch den Mahlgang geschickt worden war, abgewogen.

Die Ermittlung der Trockensubstanz der Futtermittel und des Kotes ergab:

	abgewogen g	erhalten g	Mittel g	%
Gerste II	3	2.5908	2.5920	86.40
		2.5932		
Elbheringsmehl	3	2.6088	2.6135	87.12
		2.6182		
Kot	3	2.6524	2.6538	88.46
		2.6552		
Weinsäurekot	3	2.7414	2.7424	91.41
		2.7434		

Futter.

Die im Futter gegebene Trockensubstanzmenge beträgt demnach:

2000 g Gerste II = 1728.00 g Trockensubstanz,
300 g Elbheringsmehl = 261.36 g Trockensubstanz.

Kot.

Die täglich anfallende Kotmenge wurde verarbeitet:

Datum	Für den Verdauungsversuch frisch	Für den Verdauungsversuch abgewogen	Für den Verdauungsversuch lufttrocken	Für die Stickstoffbilanz abgewogen	Für die Stickstoffbilanz lufttrocken
	g	g	g	g	g
4/5. 8.	1713	171.3	48.55	171.3	49.25
5/6.	1306	130.6	38.05	130.6	39.15
6/7.	1666	166.6	49.05	166.6	49.25
7/8.	1216	121.6	36.25	121.6	36.80
8/9.	2209	220.9	63.95	220.9	63.50
9/10.	1485	148.5	41.00	148.5	42.85
10/11.	1814	181.4	51.70	181.4	53.35
11/12.	1588	158.8	44.85	158.8	45.80

Im Mittel wurde je Tag an frischer und Trockensubstanz ausgeschieden:

	frisch	lufttrocken	Trockensubstanz des lufttrockenen Kotes	Trockensubstanz des frischen Kotes
	g	g	%	g
Kot	1624.625	466.75	88.46	412.89
Weinsäurekot	1624.625	474.94	91.41	434.14

Analysen.

Die Zusammensetzung der Futtermittel und des Kotes in Prozent der Trockensubstanz gibt folgende Übersicht:

	Eiweiß	Fett	Asche	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe	Organische Substanz
Gerste II	10.20	2.12	3.38	6.08	78.22	96.62
Elbherings-mehl	66.56	16.90	16.54	—	—	83.46
Kot	12.28	5.28	15.29	26.01	41.14	84.71

Der verdauliche Anteil der Nährstoffe

geht aus der Differenz von Futter und Kot hervor:

	Trockensubstanz	Eiweiß	Fett	Asche	Rohfaser	Stickstoffr. Extraktstoffe	Organische Substanz
	g	g	g	g	g	g	g
2000 g Gerste II	1728.00	176.25	36.63	58.41	105.06	1351.65	1669.59
300 g Elbherings-mehl	261.36	173.96	44.17	43.23	—	—	218.13
Sa.:	1989.36	350.21	80.80	101.64	105.06	1351.65	1887.72
1624.625 g Kot	412.89	50.70	21.80	63.13	107.39	169.87	349.76
verdaut in g	1576.47	299.51	59.00	38.51	— (—2.33)	1181.78	1537.96

Stickstoff im Harn.

Die Harnmenge und ihr Stickstoffgehalt ist in folgenden Zahlen niedergelegt:

Datum	Gewicht von Harn + Spülwasser g	Spez. Gewicht	10 ccm Harn entsprechen ccm Barytwasser 1	2	Mittel	1 ccm Barytwasser entspricht mgr Stickstoff	Stickstoff im Ganzen g
30/31. 7.	3460	1.0134	48.1	48.1	48.1	1.524	25.032
31. 7/1. 8.	3479	1.0145	57.0	56.9	56.95	1.511	29.503
1/2.	3512	1.0152	63.9	64.0	63.95	1.500	33.183
2/3.	3310	1.0147	60.9	60.9	60.9	1.505	29.903
3/4.	3351	1.0157	64.8	64.9	64.85	1.5026	32.148
4/5.	3661	1.0160	64.9	64.9	64.9	1.5026	35.140
5/6.	3737	1.0157	64.6	64.5	64.55	1.5026	35.685
6/7.	3351	1.0149	62.4	62.2	62.3	1.504	30.935
7/8.	3739	1.0163	68.0	68.2	68.1	1.5066	37.746
8/9.	3454	1.0138	58.3	58.4	58.35	1.508	29.976
9/10.	3728	1.0168	69.1	69.2	69.15	1.5133	38.368
10/11.	3158	1.0156	63.6	63.6	63.6	1.5106	29.874
11/12.	3586	1.0161	68.0	68.0	68.0	1.5133	36.318

Im Mittel der letzten 10 Tage wurde im Harn je Tag 33.609 g Stickstoff ausgeschieden.

Stickstoffbilanz.

Aus der Differenz der Stickstoff-Einnahmen und -Ausgaben ergibt sich der im Körper angesetzte Stickstoff:

Der Weinsäurekot enthielt in Prozent der Trockensubstanz 2.02 g Stickstoff

2000 g Gerste II		=	28.20 g	Stickstoff
300 g Elbheringsmehl		=	27.83 g	„
Einnahme	Sa.:	=	56.03 g	Stickstoff
ausgeschieden im Harn		=	33.61 g	„
ausgeschieden in 434.14 g trockenem Kot		=	8.77 g	„
Ausgabe	Sa.:	=	42.38 g	Stickstoff
im Körper verblieben		=	13.65 g	„
Eiweißansatz		=	85.31 g	
Fleischansatz		=	341.24 g.	

Stoffwechselgleichung.

Das Fütterungsergebnis gestaltet sich folgendermaßen:

Verdaute Nährstoffe: Eiweiß g	Fett g	Rohfaser g	Stickstoffreie Extraktstoffe g	= Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
299.51	59.00	—	1181.78	85.31	569	110.4

oder die verdauten Nährstoffe in zwei Zahlen:

Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstoffreie g	= Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
299.51	1317.48	85.31	569	110.4

Gegenüberstellung der Stoffwechselgleichungen der Normalperiode IX und der Zulageperiode X.

Da durch die Versuchsanstellung, wie erwähnt, die Vergleichsgrundlage verlassen worden ist, muß man für die Berechnung des Wirkungswertes der Zulage in Periode X die Annahme machen, daß 100 g Elbheringsmehl gleichwertig sind mit 100g Fischmehl des Grundfutters in Periode IX. Aus der Differenz der beiden Stoffwechselgleichungen geht dann die Stoffwechselgleichung der Zulage in Form von Elbheringsmehl hervor.

	Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstoffreie g	=	Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g
Normalperiode IX	182.36	1245.92		52.94	250
Zulageperiode X	299.51	1317.48		85.31	569
Elbheringsmehlzulage	117.15	71.56		32.37	319

oder auf 1 g zugelegtes verdauliches Eiweiß in Form von Elbheringsmehl kommt ein Eiweißansatz von 0.2763 g.

Zu ungefähr demselben Ergebnis kommt man durch Vergleich mit der Fischmehlzulageperiode VIII:

Zulageperiode VIII	271.21	1253.50	89.88	515
Zulageperiode X	299.51	1317.48	85.31	569
± Zulageperiode X	+28.30	+63.98	—4.57	+54

Wäre in beiden Perioden die gleiche und gleichwertige Menge verdauliches Eiweiß gegeben, so wäre ein gleicher Eiweißansatz zu erwarten. Tatsächlich ist aber gegenüber Periode VIII in Periode X noch ein Mehr von 28.30 g verdaulichem Eiweiß gegeben, während der Eiweißansatz sogar noch um 4.57 g hinter dem in Periode VIII zurückbleibt; auf 1 g verdauliches Eiweiß entfällt dann ein verminderter Ansatz von 0.1615 g Eiweiß. Zieht man diesen Wert von dem für 1 g verdauliches Eiweiß im Fischmehl festgestellten Eiweißansatz ab, so erhält man für 1 g zugelegtes verdauliches Eiweiß in Form von Elbheringsmehl einen Eiweißansatz von 0.4558 — 0.1615 = 0.2943 g. Die beiden berechneten Werte stimmen ziemlich gut überein und lassen deutlich genug die Wertigkeit der Gesamtstickstoffsubstanz erkennen. Zugrunde gelegt wird der nach der ersten Methode berechnete Eiweißansatz für die Einheit der Stickstoffsubstanz.

Die biologische Wertigkeit der verdaulichen Stickstoffsubstanz im Elbheringsmehl.

Um ein Urteil über die Geeignetheit des verdaulichen Gesamtstickstoffes im Elbheringsmehl für die Schweinefleischproduktion zu fällen, ist ein Vergleich mit den bisher gefundenen Ergebnissen

notwendig. Naheliegend ist, zunächst das Fischmehl mit dem Elbheringsmehl in Vergleich zu stellen, wie das im folgenden geschieht:

Periode VIII: 1 g zugelegtes verdauliches Rohprotein in Form von Fischmehl brachte einen Eiweißansatz von . . . . . 0.4558 g,

Periode X: 1 g zugelegtes verdauliches Rohprotein in Form von Elbheringsmehl brachte einen Eiweißansatz von . . . . . 0.2763 g.

Aus diesen Zahlen geht hervor, daß die verdauliche Stickstoffsubstanz von Futtermitteln aus immerhin gleichem Material, das sind in diesem Falle Fische und Fischabfälle, trotzdem eine verschiedene biologische Wertigkeit aufweisen kann. Das Fischmehl ist dem Elbheringsmehl in seiner Geeignetheit für die Produktion von Schweinefleisch im Verhältnis von 1.65 : 1 überlegen. Ob die Verschiedenheit des Materials oder das Verfahren seiner Verarbeitung verantwortlich zu machen sind, vermag nicht angegeben zu werden. Die biologische Minderwertigkeit des Elbheringsmehls im Verhältnis zum Fischmehl darf als feststehend angenommen werden, trotz der nicht ganz exakten Versuchsanstellung. Das Elbheringsmehl nimmt im Verhältnis zu den übrigen untersuchten Eiweißfuttermitteln folgende Stellung ein:

in Periode III brachte 1 g zugelegtes verdauliches Rohprotein in Form von Fleischmehl einen Eiweißansatz von . . . . . 0.1935 g,

in Periode V brachte 1 g zugelegtes verdauliches Rohprotein in Form von Trockenhefe einen Eiweißansatz von . . . . . 0.4676 g,

in Periode VIII brachte 1 g zugelegtes verdauliches Rohprotein in Form von Fischmehl einen Eiweißansatz von . . . . . 0.4558 g,

in Periode X brachte 1 g zugelegtes verdauliches Rohprotein in Form von Elbheringsmehl einen Eiweißansatz von . . . . . 0.2763 g

oder den Eiweißansatz der Einheit zugelegten verdaulichen Rohproteins in Trockenhefe = 100 gesetzt:

Trockenhefe	= 100.0,
Fleischmehl	= 41.0,
Fischmehl	= 97,5,
Elbheringsmehl	= 59.0.

Die Verschiedenheit der biologischen Wertigkeit, die in diesen Zahlen zum Ausdruck kommt, ist überraschend. Trockenhefe und Fischmehl sind biologisch gleichwertig; um rund 40 Prozent geringwertiger ist das Elbheringsmehl, während das Fleischmehl sogar noch um 20 Prozent niedriger zu bewerten ist als das Elbheringsmehl und um rund 60 Prozent in seiner biologischen Wertigkeit hinter Trockenhefe und Fischmehl zurücksteht.

Dieses auffallende Ergebnis der biologischen Minderwertigkeit des Fleischmehls ließ einen nochmaligen Kontrollversuch, der in den letzten folgenden Perioden wiedergegeben ist, angebracht erscheinen, wenngleich schon die Periode IIa als Bestätigung für das Ergebnis in III angesehen werden darf.

XI. Periode.

Der vorhergehenden Zulageperiode schließt sich diese Normalperiode an.

Die Tagesration setzte sich zusammen aus:

2000 g Gerste II,
100 g Fischmehl,
3.5 l Wasser.

Die Vorfütterung dauerte vom 12. bis 16. August, die Hauptfütterung vom 16. bis 22. August.

Das Lebendgewicht betrug am 12. August 114.1 kg,
am 22. August 116.6 kg,
mithin in 10 Tagen eine Zunahme von 2.5 kg,
oder eine Zunahme je Tag von 250 g.

Das Fischmehl wurde am 12. August für die folgenden Perioden zugleich abgewogen.

Die Ermittlung der Trockensubstanz der Futtermittel und des Kotes ergab:

Gerste wie in Periode X = 86.40 %

	abgewogen g	erhalten g	Mittel g	
Fischmehl	3	2.6206 2.6284	2.6245	= 87.48 %
Kot	3	2.6684 2.6748	2.6716	= 89.05 %
Weinsäurekot	3	2.7368 2.7330	2.7349	= 91.16 %

Futter.

Im Futter wurde an Trockensubstanz gegeben:

2000 g Gerste II = 1728.00 g Trockensubstanz,
100 g Fischmehl = 87.48 g Trockensubstanz.

Kot.

Der vom 16. bis 22. August gesammelte Kot wurde verarbeitet:

Datum	Für den Verdauungsversuch frisch g	abgewogen g	lufttrocken g	Für die Stickstoffbilanz abgewogen g	lufttrocken g
16/17. 8.	1468	146.8	41.80	146.8	42.35
17/18.	1524	152.4	45.54	152.4	45.25
18/19.	1552	155.2	43.75	155.2	44.80
19/20.	1740	174.0	47.95	174.0	48.45
20/21.	1511	151.1	42.30	151.1	43.15
21/22.	1080	108.0	30.95	108.0	31.95

Im Mittel wurde je Tag an frischer und Trockensubstanz ausgeschieden:

	frisch g	lufttrocken g	Trockensubstanz des lufttrockenen Kotes %	Trockensubstanz des frischen Kotes g
Kot	1479.17	420.48	89.05	374.44
Weinsäurekot	1479.17	426.58	91.16	388.87

Analysen.

Futtermittel und Kot enthielten in 100 Teilen Trockensubstanz:

	Eiweiß	Fett	Asche	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe	Organische Substanz
Gerste	10.20	2.12	3.38	6.08	78.22	96.62
Fischmehl	57.24	13.25	29.51	—	—	70.49
Kot	11.70	6.20	14.39	26.01	41.70	85.61

Der verdauliche Anteil der Nährstoffe

geht aus der Differenz von Futter und Kot hervor:

	Trockensubstanz g	Eiweiß g	Fett g	Asche g	Rohfaser g	Stickstoffr. Extraktstoffe g	Organische Substanz g
2000 g Gerste II	1728.00	176.25	36.63	58.51	105.06	1351.65	1669.59
100 g Fischmehl	87.48	50.07	11.59	25.82	—	—	61.66
Sa.:	1815.48	226.32	48.22	84.23	105.06	1351.65	1731.25
1479.17 g Kot	374.44	43.81	23.22	53.88	97.39	156.14	320.56
verdaut in g	1441.04	182.51	25.00	30.35	7.67	1195.51	1410.69

Stickstoff im Harn.

Über die tägliche Harnmenge und ihren Stickstoffgehalt gibt die folgende Übersicht Aufschluß:

Datum	Gewicht von Harn + Spülwasser g	Spez. Gewicht	10 ccm Harn entsprechen ccm Barytwasser 1	2	Mittel	1 ccm Barytwasser entspricht mgr Stickstoff	Stickstoff im Ganzen g
12/13. 8.	3640	1.0127	52.9	53.1	53.0	1.516	28.881
13/14.	3975	1.0114	41.5	41.5	41.5	1.5133	24.683
14/15.	3799	1.0108	37.6	37.4	37.5	1.516	21.366
15/16.	3778	1.0113	38.6	38.5	38.55	1.516	21.833
16/17.	3867	1.0109	39.4	39.4	39.4	1.516	22.849
17/18.	3668	1.0109	38.0	38.0	38.0	1.516	20.904
18/19.	3960	1.0108	38.4	38.4	38.4	1.516	22.807
19/20.	3623	1.0113	37.3	37.2	37.25	1.511	20.159
20/21.	3877	1.0113	36.7	36.5	36.6	1.516	21.272
21/22.	4068	1.0109	38.4	38.4	38.4	1.508	23.301

Im Mittel der letzten 7 Tage wurde im Harn je Tag 21.884 g Stickstoff ausgeschieden.

Stickstoffbilanz.

Der Weinsäurekot enthielt in Prozent der Trockensubstanz 1.84 g Stickstoff.

2000 g Gerste II	=	28.20 g	Stickstoff
100 g Fischmehl	=	8.01 g	„
Einnahme Sa.:	=	36.21 g	Stickstoff
ausgeschieden im Harn	=	21.88 g	„
ausgeschieden in 388.87 g trockenem Kot	=	7.17 g	„
Ausgabe Sa.:	=	29.05 g	Stickstoff
im Körper verblieben	=	7.16 g	„
Eiweißansatz	=	44.75 g	
Fleischansatz	=	179.00 g	

Stoffwechselgleichung.

Sie lautet folgendermaßen:

Verdaute Nährstoffe				=			
Eiweiß g	Fett g	Rohfaser g	Stickstoffreie Extraktstoffe g		Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
182.51	25.00	7.67	1195.51		44.75	250	115.4

oder zusammengefaßt:

Verdauliches Eiweiß g		Verdauliche Stickstoffreie g	=	Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
182.51		1260.68		44.75	250	115.4

Der Eiweißansatz dieser Normalperiode mit 44.75 g bleibt infolge höherer Stickstoffzersetzung wesentlich hinter dem der Normalperioden VII und IX zurück, der 49.38 g beziehungsweise 52.94 g betrug. Die Lebendgewichtszunahme ist auf dem Stande der Periode IX, der 50 g niedriger liegt als in der Periode VII, stehengeblieben, während das mittlere Lebendgewicht sich von 94.9 kg in Periode VII auf 115.4 kg in Periode IX erhöht hat.

XII. Periode.

Die Aufgabe dieser Zulageperiode besteht darin, das Ergebnis der Versuchsabschnitte IIa und III bezüglich der biologischen Minderwertigkeit des Fleischmehls nachzuprüfen.

Die Tagesration setzte sich also zusammen aus:

2000 g Gerste II
100 g Fischmehl
150 g Fleischmehl
3.5 Liter Wasser.

Die Vorfütterung verlief vom 22.—28. August, die Hauptfütterung vom 28. August bis 4. September.

Das Lebendgewicht wurde festgestellt am 22. August mit	116.6 kg
am 4. September mit	122.0 kg
mithin in 13 Tagen eine Zunahme von	5.4 kg
oder eine Zunahme je Tag von	415 g

Das Fleischmehl wurde am 3. September zugleich für die folgende Periode mit abgewogen.

Die Ermittelung der Trockensubstanz der Futtermittel und des Kotes ergab:

Gerste II wie in Periode X = 86.40 %
Fischmehl wie in Periode XI = 87.48 %

	abgewogen g	erhalten g	Mittel g	%
Fleischmehl	3	2.6872 2.6874	2.6873	89.58
Kot	3	2.6616 2.6662	2.6639	88.80
Weinsäurekot	3	2.6866 2.6926	2.6896	89.65

Futter.

Die im Futter verabreichte Trockensubstanzmenge berechnet sich demnach auf:

2000 g Gerste II = 1728.00 g Trockensubstanz
100 g Fischmehl = 87.48 g „
150 g Fleischmehl = 134.37 g „

Kot.

Die täglich anfallende Kotmenge wurde verarbeitet:

Datum	Für den Verdauungsversuch frisch g	Für den Verdauungsversuch abgewogen g	Für den Verdauungsversuch lufttrocken g	Für die Stickstoffbilanz abgewogen g	Für die Stickstoffbilanz lufttrocken g
28/29. 8.	1732	173.2	48.95	173.2	51.65
29/30.	1613	161.3	47.85	161.3	50.75
30/31.	1470	147.0	42.40	147.0	44.60
31. 8/1. 9.	1382	138.2	41.25	138.2	43.05
1/2.	1426	142.6	42.75	142.6	44.15
2/3.	1459	145.9	43.85	145.9	42.60
3/4.	1501	150.1	44.95	150.1	46.40

Im Mittel wurde je Tag an frischer und Trockensubstanz ausgeschieden:

	frisch g	lufttrocken g	Trockensubstanz des lufttrockenen Kotes %	Trockensubstanz des frischen Kotes g
Kot	1511.86	445.70	88.80	395.78
Weinsäurekot	1511.86	461.71	89.65	413.92

Analysen.

100 Teile Trockensubstanz der Futtermittel und des Kotes bestanden aus:

	Eiweiß	Fett	Asche	Rohfaser	Stickstoffreie Extraktstoffe	Organische Substanz
Gerste II	10.20	2.12	3.38	6.08	78.22	96.62
Fischmehl	57.24	13.25	29.51	—	—	70.49
Fleischmehl	86.72	12.39	0.89	—	—	99.11
Kot	12.09	6.21	13.93	26.99	40.78	86.07

Der verdauliche Anteil der Nährstoffe

läßt sich folgendermaßen aus Futter und Kot berechnen:

	Trockensubstanz g	Eiweiß g	Fett g	Asche g	Rohfaser g	Stickstoffr. Extraktstoffe g	Organische Substanz g
2000 g Gerste II	1728.00	176.25	36.63	58.41	105.06	1351.65	1669.59
100 g Fischmehl	87.48	50.07	11.59	25.82	—	—	61.66
150 g Fleischmehl	134.37	116.52	16.65	1.20	—	—	133.17
Sa.:	1949.85	342.84	64.87	85.43	105.06	1351.65	1864.42
1511.86 g Kot	395.78	47.85	24.58	55.13	106.82	161.40	340.65
verdaut in g	1554.07	294.99	40.29	30.30	—	1190.25	1523.77
					(— 1.76)		

Stickstoff im Harn.

Die täglich gesammelte Harnmenge und ihren Stickstoffgehalt gibt folgende Zusammenstellung an:

Datum	Gewicht von Harn + Spülwasser g	Spez. Gewicht	10 ccm Harn entsprechen ccm Barytwasser 1	2	Mittel	1 ccm Barytwasser entspricht mgr Stickstoff	Stickstoff im Ganzen g
22/23. 8	3255	1.0132	53.0	53.0	53.0	1.508	25.676
23/24.	3946	1.0128	58.7	58.6	58.65	1.516	34.642
24/25.	3792	1.0141	62.9	62.9	62.9	1.5133	35.593
25/26.	3668	1.0132	60.8	60.8	60.8	1.516	33.370
26/27.	3665	1.0161	75.2	75.2	75.2	1.5133	41.048
27/28.	3679	1.0146	67.0	66.8	66.9	1.5133	36.711
28/29.	3969	1.0136	61.2	61.3	61.25	1.516	36.360
29/30.	3655	1.0144	66.9	66.9	66.9	1.516	36.543
30/31.	4023	1.0146	69.4	69.6	69.5	1.5188	41.853
31. 8./1. 9.	3537	1.0133	61.6	61.4	61.5	1.5188	32.603
1/2.	4048	1.0140	64.8	64.9	64.85	1.5133	39.171
2/3.	4187	1.0140	66.6	66.6	66.6	1.516	41.691
3/4.	3760	1.0135	62.6	62.4	62.5	1.516	35.151

Im Mittel der letzten 10 Tage wurden im Harn je Tag 37.450 g Stickstoff ausgeschieden.

Stickstoffbilanz.

In % der Trockensubstanz enthielt der Weinsäurekot 1.95 g Stickstoff.

2000 g Gerste II	=	28.20 g	Stickstoff
100 g Fischmehl	=	8.01 g	„
150 g Fleischmehl	=	18.64 g	„
Einnahme Sa.:	=	54.85 g	Stickstoff
ausgeschieden im Harn	=	37.45 g	„
ausgeschieden in 413.92 g trockenem Kot	=	8.07 g	„
Ausgabe Sa.:	=	45.52 g	Stickstoff

im Körper verblieben	=	9.33 g Stickstoff
Eiweißansatz	=	58.31 g
Fleischansatz	=	233.24 g

Stoffwechselgleichung.

Die Beziehung zwischen Futter und Wirkung geht aus folgender Gleichung hervor:

Verdaute Nährstoffe				=		
Eiweiß g	Fett g	Rohfaser g	Stickstoffreie Extraktstoffe g	Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
294.99	40.29	—	1190.25	58.31	415	119.3

oder die verdauten Nährstoffe zusammengefaßt in

Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstoffreie g	=	Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
294.99	1282.92		58.31	415	119.3

Gegenüberstellung der Stoffwechselgleichungen der Normalperiode XI und Zulageperiode XII.

Aus der Differenz der beiden Stoffwechselgleichungen geht die Stoffwechselgleichung der Fleischmehlzulage hervor.

	Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstoffreie g	=	Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g
Normalperiode XI	182.51	1260.68		44.75	250
Zulageperiode XII	294.99	1282.92		58.31	415
Fleischmehlzulage	112.48	22.24		13.56	165

oder auf 1 g zugelegtes verdauliches Rohprotein des Fleischmehls kommt ein Eiweißansatz von 0.1206.

Vergleich der Ergebnisse der Zulageperioden mit Fleischmehl: IIa, III und XII.

Die Aufgabe der Zulageperiode XII besteht in der Prüfung der Richtigkeit der Ergebnisse der auf derselben Versuchsgrundlage aufgebauten Perioden IIa und III. Dementsprechend sind die Stoffwechselgleichungen der Fleischmehlzulagen dieser Perioden gegenüberzustellen.

	Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstoffreie g	= Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
IIa	225.51	73.77	36.56	121	58.9
III	112.38	35.33	21.75	65	69.5
XII	112.48	22.24	13.56	165	119.3

oder auf 1 g verdauliches zugelegtes Rohprotein im Fleischmehl kommt in Periode IIa ein Eiweißansatz von 0.1621 g,
in Periode III ein Eiweißansatz von 0.1935 g
und in Periode XII ein Eiweißansatz von 0.1206 g.

Es wurde bereits an anderer Stelle hervorgehoben, daß das Ergebnis in IIa berechnet ist, aber gleichwohl als eine richtung-

gebende Bestätigung für das versuchsmäßig festgestellte der Periode III angesehen werden kann. Die gleiche Bewertung hat das exakt gefundene Resultat der Periode XII zu beanspruchen. Der niedrige Eiweißansatz je Einheit verdaulichen Rohproteins in Periode XII mit 0.1206 g gegenüber Periode III mit 0.1935 g findet seine ungezwungene Erklärung in der verschiedenen biologischen Disposition des Versuchsschweines zur Zeit der beiden Versuchsabschnitte: Das mittlere Lebendgewicht hat sich von 69.5 in Periode III erhöht auf 119.5 kg in Periode XII. In Anbetracht dieser Tatsachen darf als bewiesen gelten, daß das Fleischmehl mit dem in der Periode III gefundenen Werte für die Schweinefleischproduktion in Frage kommt und im Vergleich mit Trockenhefe und Fischmehl in dieser Hinsicht als minderwertig angesehen werden muß.

Zur Erklärung der Verschiedenheit der Lebendgewichtszunahme sei daran erinnert, daß IIa und III berechnete Größen darstellen, und zum anderen zu berücksichtigen ist, daß eine Gewichtsfeststellung durch eine einmalige Wägung zu Anfang und Ende eines Versuchsabschnittes nicht als exakt und den tatsächlichen Gewichtsverhältnissen entsprechend angesehen werden darf.

XIII. Periode.

Diese Periode schließt sich unmittelbar an die vorhergehende ohne Zwischeneinschaltung einer Normalperiode an. Sie dient ebenso wie die Periode XII zur Überprüfung des Ergebnisses der Wertigkeit des Fleischmehls mit dem Nebenzweck, durch eine Zulage von Weizenstärke einen Ausgleich zu schaffen für die in den Zulageperioden mit Trockenhefe, Fischmehl und Elbheringsmehl etwas mehr verabreichten stickstoffreien Nährstoffe.

Die Tagesration bestand also aus:

2000 g Gerste II,
100 g Fischmehl,
150 g Fleischmehl,
100 g Weizenstärke,
3.5 l Wasser.

Die Vorfütterung verlief vom 4. bis 7. September, die Hauptfütterung vom 7. bis 13. September.

Das Lebendgewicht war am 4. September	122.0 kg
am 13. September	125.2 kg
mithin in 9 Tagen eine Zunahme von	3.2 kg

oder eine Zunahme je Tag von 356 g.

Die Ermittelung der Trockensubstanz der Futtermittel und des Kotes ergab:

Gerste wie in Periode X	= 86.40 %
Fischmehl wie in Periode XI	= 87.48 %
Fleischmehl wie in Periode XII	= 89.58 %

	abgewogen g	erhalten g	Mittel g	
Weizenstärke	3	2.5036	2.5047	= 83.49 %
		2.5053		
Kot wie in Periode XII				= 88.80 %
Weinsäurekot	3	2.7874	2.7878	= 92.93 %
		2.7882		

Futter.

Im Futter wurde folgende Trockensubstanzmenge verabreicht:

2000 g Gerste II	=	1728.00 g	Trockensubstanz,
100 g Fischmehl	=	87.48 g	Trockensubstanz,
150 g Fleischmehl	=	134.37 g	Trockensubstanz,
100 g Weizenstärke	=	83.49 g	Trockensubstanz.

Kot.

Die reine Weizenstärke wurde für völlig verdaulich angenommen, so daß für den Verdauungsversuch die in Periode XII ermittelten Zahlen für frische und Trockensubstanz des Kotes gültig sind. Mit Rücksicht darauf, daß durch eine Zulage stickstofffreier Nährstoffe die stickstoffhaltigen Stoffwechselprodukte erhöht werden, wie Pfeiffer gezeigt hat, wurde der täglich anfallende Kot gesammelt und für die Stickstoffbilanz verarbeitet.

Datum	frisch g	abgewogen g	lufttrocken g
7/8. 9.	1566	156.6	45.55
8/9.	1338	133.8	40.05
9/10.	1745	174.5	49.00
10/11.	1752	175.2	49.45
11/12.	1716	171.6	46.50
12/13.	1770	177.0	45.55

Im Mittel wurde je Tag an frischer und Trockensubstanz ausgeschieden:

frisch g	lufttrocken g	Trockensubstanz des lufttrockenen Kotes %	Trockensubstanz des frischen Kotes g
1647.83	460.17	92.93	427.64

Analysen.

In Prozenten der Trockensubstanz enthielten Futtermittel und Kot:

	Eiweiß	Fett	Asche	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe	Organische Substanz
Gerste II	10.20	2.12	3.38	6.08	78.22	96.62
Fischmehl	57.24	13.25	29.51	—	—	70.49
Fleischmehl	86.72	12.39	0.89	—	—	99.11
Weizenstärke	0.45	—	—	—	99.55	100.00
Kot	12.09	6.21	13.93	26.99	40.78	86.07

Der verdauliche Anteil der Nährstoffe.

Der verdauliche Anteil der Nährstoffe erhöht sich gegenüber Periode XII lediglich durch die völlig verdaulich angenommenen

Nährstoffe in den 100 g zugelegter Weizenstärke, während für den unverdaulichen Anteil der Nährstoffe die Zahlen der Periode XII übernommen werden konnten.

	Trocken-substanz g	Eiweiß g	Fett g	Asche g	Rohfaser g	Stickstofffr. Extraktstoffe g	Organische Substanz g
2000 g Gerste II	1728.00	176.25	36.63	58.41	105.06	1351.65	1669.59
100 g Fischmehl	87.48	50.07	11.59	25.82	—	—	61.66
150 g Fleisch-mehl	134.37	116.52	16.65	1.20	—	—	133.17
100 g Stärke	83.49	0.38	—	—	—	83.11	83.49
Sa.	2033.34	343.22	64.87	85.43	105.06	1434.76	1947.91
1511.86 g Kot	395.78	47.85	24.58	55.13	106.82	161.40	340.65
verdaut in g	1637.56	295.37	40.29	30.30	— (— 1.76)	1273.36	1607.26

Stickstoff im Harn.

Die täglich während der Periode ausgeschiedene Harnmenge wurde auf ihren Stickstoffgehalt untersucht.

Datum	Gewicht von Harn + Spülwasser g	Spez. Gewicht	10 ccm Harn entsprechen ccm Barytwasser 1	2	Mittel	1 ccm Barytwasser entspricht mgr Stickstoff	Stickstoff im Ganzen g
4/5. 9.	3889	1.0135	65.1	65.1	65.1	1.5133	37.802
5/6.	3756	1.0133	61.3	61.5	61.4	1.5133	34.718
6/7.	3891	1.0140	63.8	63.6	63.7	1.519	37.124
7/8.	3835	1.0129	61.3	61.3	61.3	1.519	35.253
8/9.	3673	1.0126	58.6	58.6	58.6	1.5201	32.310
9/10.	4057	1.0147	67.4	67.6	67.5	1.519	40.989
10/11.	4022	1.0142	63.6	63.5	63.55	1.519	38.276
11/12.	3716	1.0145	66.1	65.9	66.0	1.5174	36.701
12/13.	3594	1.0146	60.0	60.2	60.1	1.519	32.335

Im Durchschnitt der letzten 6 Tage wurden im Harn je Tag 35.977 g Stickstoff gefunden.

Stickstoffbilanz.

Der Weinsäurekot enthielt in 100 Teilen Trockensubstanz 1.99 g Stickstoff.

2000 g Gerste II	=	28.20 g	Stickstoff
100 g Fischmehl	=	8.01 g	„
150 g Fleischmehl	=	18.64 g	„
100 g Weizenstärke	=	0.06 g	„
Einnahme Sa.:	=	54.91 g	Stickstoff
ausgeschieden im Harn	=	35.98 g	„
ausgeschieden in 427.64 g trockenem Kot	=	8.51 g	„
Ausgabe Sa.:	=	44.47 g	Stickstoff

im Körper verblieben	=	10.44 g	Stickstoff
Eiweißansatz	=	65.13 g	
Fleischansatz	=	260.52 g	

Stoffwechselgleichung.

Verdaute Nährstoffe				=		
Eiweiß g	Fett g	Rohfaser g	Stickstoffreie Extraktstoffe g	Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
295.37	40.29	—	1273.46	65.13	356	123.6

oder die verdauten Nährstoffe in zwei Zahlen:

Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstoffreie g	Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
295.37	1366.13	65.13	356	123.6

Gegenüberstellung der Stoffwechselgleichungen der Normalperiode XI und der Zulageperiode XIII.

Aus der Gegenüberstellung der beiden Stoffwechselgleichungen geht die Stoffwechselgleichung der Zulage, bestehend aus 150 g Fleischmehl und 100 g Weizenstärke, hervor.

	Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstoffreie g	= Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g
Normalperiode XI	182.51	1260.68	44.75	250
Zulageperiode XIII	295.37	1366.13	65.13	356
Zulage	112.86	105.45	20.38	106

oder auf 1 g zugelegtes verdauliches Rohprotein im Fleischmehl — der Stickstoffgehalt in der Weizenstärke kann wegen seiner Geringfügigkeit unberücksichtigt bleiben — kommt ein Eiweißansatz von 0.1806 g.

Vergleich der Ergebnisse der Perioden XII und XIII.

Aus der Differenz der Stoffwechselgleichungen der Fleischmehlzulage in Periode XII und der Fleischmehl- und Stärkezulage in Periode XIII geht die Stoffwechselgleichung der Weizenstärkezulage hervor:

	Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstoffreie g	- Eiweißansatz g	Lebendgewichtszunahme g
Fleischmehlzulage XII	112.48	22.24	13.56	165
Fleischmehl + Weizenstärke-Zulage XIII	112.86	105.45	20.38	106
Weizenstärkezulage	0.38	83.21	6.82	— 59

Diese Stoffwechselgleichung der Weizenstärkezulage bringt, da man das Mehr von 0.38 g verdaulichem Eiweiß wegen seiner Geringfügigkeit vernachlässigen darf, die Sparwirkung der stickstofffreien Extraktstoffe, in diesem Falle der reinen Stärke, hinsichtlich

der Stickstoffzersetzung zum Ausdruck. 83.21 g zugelegte Stärke haben einen Mehransatz von 6.82 g Eiweiß = 1.11 g Stickstoff bewirkt. Für 100 g Stärkemehlzulage würde sich daraus ein Mehransatz von 1.334 g Stickstoff berechnen, eine Zahl, die mit dem von Franz Lehmann[1]) gefundenen Wert von 1.263 g verhältnismäßig gut übereinstimmt.

Durch die eiweißsparende Wirkung der Kohlehydrate ist entsprechend der Eiweißansatz des der Einheit zugelegten Rohproteins im Fleischmehl von 0.1206 g auf 0.1806 g erhöht worden. Selbst diese, in allen übrigen Zulageperioden nicht erreichte hohe Gabe von verdaulichen stickstoffreien Extraktstoffen hat das in den Perioden IIa, III und XII festgestellte Ergebnis des auf eine Einheit verdaulichen Rohproteins in Fleischmehl entfallenden, relativ niedrigen Eiweißansatzes nicht verschieben oder aufheben können. Der Beweis gilt als erbracht, daß die biologische Wertigkeit der verdaulichen Gesamtstickstoffsubstanz des Fleischmehls rund 60 % niedriger liegt als die von Trockenhefe und Fischmehl und noch um 20 % hinter dem im Verhältnis zum Fischmehl rund 40 % schlechteren Elbheringsmehl zurücksteht.

[1]) Franz Lehmann, Journal f. Landwirtschaft, 37. Jahrg. 1889 S. 267.

Ergebnisse.

In der vorliegenden Arbeit galt es, die Frage zu untersuchen: Hat die verdauliche Gesamtstickstoffsubstanz in Fleischmehl, Fischmehl, Trockenhefe und Elbheringsmehl einen gleichen oder verschiedenen Wert für die Produktion von Schweinefleisch. Zur Beantwortung der Frage wurde experimentell so vorgegangen, daß in jedem Falle

1. ein in seiner Zusammensetzung bekanntes Grundfutter gegeben und dessen Eiweißansatz ermittelt wurde (Normalperiode),

2. zu diesem Grundfutter eine bestimmte Menge der zu prüfenden Stickstoffsubstanz zugelegt und wiederum der Eiweißansatz festgestellt wurde (Zulageperiode),

3. aus der Differenz von 1 und 2 der auf die verdauliche Gesamtstickstoffzulage beziehungsweise der auf die Einheit der verdaulichen Gesamtstickstoffzulage entfallende Eiweißansatz errechnet wurde.

Der Hauptversuch begann mit der Normalperiode IIb.

Die Ergebnisse dieser Arbeit gehen am deutlichsten aus den Stoffwechselgleichungen hervor, die nacheinander angeführt werden.

1. Das argentinische Fleischmehl.

	Verdauliches Rohprotein	Verdauliche Stickstoffreie	= Eiweißansatz	Gewichtszunahme	Mittleres Lebendgewicht
	g	g	g	g	kg
Normalperiode IIb	200.07	1214.87	54.31	447?	ca. 62.0
Zulageperiode III	312.45	1250.20	76.06	512	69.5
Fleischmehlzulage	112.38	35.33	21.75	65	
Es entfällt auf	1.0		0.1935		

2. Trockenhefe.

Normalperiode IV	200.07	1214.87	56.56	400	74.2
Zulageperiode V	279.89	1283.49	93.88	?	ca. 79.0
Trockenhefezulage	79.82	68.62	37.32		
Es entfällt auf	1.0		0.4676		

3. Fischmehl.

	Verdauliches Rohprotein g	Verdauliche Stickstoffreie g	= Eiweißansatz g	Gewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
Normalperiode VII	182.36	1245.92	49.38	300	94.9
Zulageperiode VIII	271.21	1253.50	89.88	515	100.35
Fischmehlzulage	88.85	7.62	40.50	215	
Es entfällt auf	1.0		0.4558		

4. Elbheringsmehl.

Normalperiode IX	182.36	1245.92	52.94	250	105.2
Zulageperiode X	299.51	1317.48	85.31	569	110.4
Elbheringsmehlzulage	117.15	71.56	32.37	319	
Es entfällt auf	1.0		0.2763		

Die in den einzelnen Zulageperioden verabreichten verdaulichen stickstoffreien Nährstoffe weisen in ihren Mengenverhältnissen so geringe Unterschiede auf, daß ihr Einfluß bezw. ihre eiweißsparende Wirkung als ausgeschaltet betrachtet werden darf.

Der Eiweißansatz in den Normalperioden IIa und IV bezw. VII und IX beträgt trotz der gleichen und auch gleichwertigen Gabe von stickstoffhaltigen und stickstoffreien Nährstoffen 54.31 und 56.56 bezw. 49.38 und 52.94 g. Diese Schwankungen im Eiweißansatz müssen der zeitlich verschiedenen biologischen Disposition des Tierkörpers oder besser seines Zellbestandes zugeschrieben werden; scheinbar zeigen die Körperzellen in ihrer Gesamtheit oder auch einzelne zu verschiedenen Zeitpunkten eine wechselnde Aufnahmefähigkeit für die mit dem Futter-Rohprotein zugeführten einzelnen Eiweißbausteine. Eine wissenschaftlich begründete Erklärung kann für diese Erscheinung noch nicht beigebracht werden.

Der Vergleich der Stoffwechselgleichungen der Zulagen gibt die Antwort auf die Fragestellung dieser Arbeit.

	Verdauliches Rohprotein g	Verdauliche Stickstoffreie g	= Eiweißansatz g	Gewichtszunahme g
Fleischmehl	112.38	35.33	21.75	65
Trockenhefe	79.82	68.62	37.32	?
Fischmehl	88.85	7.62	40.50	215
Elbheringsmehl	117.15	61.56	32.37	319

Klarer werden diese Einzelergebnisse zum Ausdruck gebracht, wenn der Eiweißansatz der einzelnen Zulage zurückgeführt wird auf eine Einheit zugelegten verdaulichen Rohproteins:

auf 1 g verdauliches Rohprotein in Fleischmehl entfällt ein Eiweißansatz von 0.1935 g,

auf 1 g verdauliches Rohprotein in Trockenhefe entfällt ein Einweißansatz von 0.4676 g,

auf 1 g verdauliches Rohprotein im Fischmehl entfällt ein Eiweißansatz von 0.4558 g;

auf 1 g verdauliches Rohprotein im Elbheringsmehl entfällt ein Eiweißansatz von 0.2763 g.

Setzt man nun den Eiweißansatz von 1 g verdaulichem Rohprotein in Trockenhefe = 100, so ist der Eiweißansatz für 1 g verdauliches Rohprotein in

Trockenhefe	= 100
Fischmehl	= 97.5
Elbheringsmehl	= 59
Fleischmehl	= 41

Aus dieser Übersicht ergeben sich nachstehende Folgerungen:

1. Es gibt Futtermittel, deren verdauliches Rohprotein einen verschiedenen Wert für die Produktion von Schweinefleisch hat;
2. Trockenhefe und Fischmehl haben dieselbe biologische Wertigkeit; beide kommen als vollwertiges Eiweißbeifutter für die Schweinefleischmast in Frage;
3. das Elbheringsmehl steht hinter dem Fischmehl um rund 40 % in seiner biologischen Wertigkeit zurück, obwohl das Ausgangsmaterial beider Eiweißfuttermittel als dasselbe vermutet werden darf;
4. das in dieser Arbeit untersuchte argentinische Fleischmehl ist als das relativ schlechteste Eiweißbeifutter in der Schweinemast zu bezeichnen. Die biologische Wertigkeit seiner verdaulichen Gesamtstickstoffsubstanz beträgt ausgedrückt in 100 Teilen derjenigen von Trockenhefe und somit auch von Fischmehl nur 41 und steht sogar noch um rund 20 % hinter dem um 40 % gegenüber dem Fischmehl schlechteren Elbheringsmehl zurück.

Die Kenntnis der relativen Hochwertigkeit der verdaulichen Stickstoffsubstanz in Fischmehl und Trockenhefe ist für die Mastung von besonderer praktischer und privatwirtschaftlicher Bedeutung, wenn es darauf ankommt, minderwertiges Eiweiß zu ersetzen oder überhaupt Eiweißbeifutter zu verabreichen. Es muß als ein glücklicher Griff gewertet werden, das Fischmehl als stetiges Eiweißgrundfutter und die Trockenhefe als vorzügliches Eiweißbeifutter in die rationelle Schweinemast, die als Fleischmast nach dem Prinzip der Schnellmast durchgeführt werden muß, eingeführt zu haben. Fleischmehl kann nur bei relativer Billigkeit mit Erfolg nach seinen Vertretungswerten, wie sie aus der angeführten Übersicht hervorgehen, als Ersatz für Fischmehl und Trockenhefe in Futterrationen eingeführt werden.

Obwohl die untersuchte Trockenhefe als eine verhältnismäßig wenig hervorragende Durchschnittsware anzusehen ist, kommt ihrer verdaulichen Stickstoffsubstanz doch eine hohe biologische Wertigkeit zu. Es kann sich aber der gefundene Produktionswert einer Ein-

heit verdaulicher Stickstoffsubstanz bei einer notwendigen Nachprüfung etwas verschieben, da die Versuchsperiode V nicht ganz glatt verlaufen ist. So gut auch die Ergebnisse über die hohe biologische Wertigkeit der Trockenhefe und des Fischmehls mit den Erfahrungen der Praxis übereinstimmen, so überraschend ist die Feststellung der verhältnismäßig geringen Geeignetheit des untersuchten Fleischmehls für die Produktion von Schweinefleisch. Es bedarf aber weiterer Versuche mit anderen Proben argentinischen Fleischmehls, um eine einwandfreie Bestätigung für das Ergebnis der vorliegenden Versuchsreihen und ein Anrecht auf dessen Verallgemeinerung zu gewinnen.

Für die biologische Minderwertigkeit des untersuchten Fleischmehls sprechen noch die Ergebnisse der Perioden IIa, XII und XIII, die hierunter folgen.

1. Fleischmehl IIa (Vorversuch).

	Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstoffreie g	= Eiweißansatz g	Gewichtszunahme g	Mittleres Lebendgewicht kg
Normalperiode I	200.07	1214.87	72.00	447	54.15
Zulageperiode IIa	425.58	1288.64	108.56	568	ca. 58.9
Fleischmehlzulage	225.51	73.77	36.56	121	
es entfällt auf	1.0		0.1621		

2. Fleischmehl XII.

Normalperiode XI	182.51	1260.68	44.75	250	115.4
Zulageperiode XII	294.99	1282.92	58.31	415	119.3
Fleischmehlzulage	112.48	22.24	13.56	165	
es entfällt auf	1.0		0.1206		

3. Fleischmehl (+ 100 g Weizenstärke) XIII.

Normalperiode XI	182.51	1260.68	44.75	250	115.4
Zulageperiode XIII	295.37	1366.13	65.13	356	123.6
Fleischmehl plus Stärkezulage	112.86	105.45	20.38	106	
es entfällt auf	1.0		0.1806		

Während in der Periode III auf 1 g verdauliches Rohprotein des Fleischmehls ein Eiweißansatz von 0.1905 kommt, sind die entsprechenden Zahlen

in IIa 0.1621 g,
in XII 0.1206 g,
in XIII 0.1806 g.

Das Ergebnis der Periode IIa kann allerdings nur bedingt gelten, da es errechnet ist. Der Eiweißansatz von 0.1206 g in Periode XII ist im Versuch festgestellt, darf also als vollgültige Bestätigung für III angesprochen werden; sein niedriger Wert erklärt sich ohne weiteres aus der verschiedenen biologischen Disposition des Versuchstieres, das in Periode IIa ein mittleres Lebendgewicht von 58.9 kg, in Periode XII aber von 123.6 kg aufweist. Die Fähigkeit zum Fleischansatz aus einer verzehrten gleichbleibenden Menge von Nährstoffen nimmt mit fortschreitendem Lebensalter und Mastzustand ab.

Selbst die Zulage von 100 g reiner Weizenstärke zu der Fleischmehlzulageperiode XII vermag einen wesentlich günstigeren Eiweißansatz als in Periode III nicht zu erzielen. Die eiweißsparende Wirkung der Stärke geht aus der Differenz der Perioden XII und XIII hervor:

	Verdauliches Eiweiß g	Verdauliche Stickstofffreie g	=	Eiweißansatz g	Gewichtszunahme g
Fleischmehlzulage XII	112.48	22.24		13.56	165
Fleischmehl plus Stärkezulage XIII	112.86	105.45		20.38	106
Stärkezulage	0.38	83.21		6.82	— 59

Vernachlässigt man die Mehrgabe von 0.38 g verdaulichem Eiweiß, so beträgt die eiweißsparende Wirkung der mit der Stärke zugelegten 83.21 g stickstofffreien Nährstoffe 6.82 g Eiweiß = 1.11 g Stickstoff, oder 100 g Stärkezulage würden einen Mehransatz von 1.334 g Stickstoff bewirken; diese Zahl steht in guter Übereinstimmung mit der von Franz Lehmann gefundenen mit 1.263 g.

Die gegenüber der Periode XII geringere Lebendgewichtszunahme von 59 g ist auf den erhöhten Anspruch an das Erhaltungsfutter zurückzuführen.

Das Endergebnis der vorliegenden Stoffwechselversuche zusammengefaßt lautet:

Die biologische Wertigkeit, d. h. die Geeignetheit der verdaulichen Gesamtstickstoffsubstanz für die Produktion von Schweinefleisch, weist bei den einzelnen Futtermittel beträchtliche Unterschiede auf; es gibt vollwertige und minderwertige Eiweißfuttermittel. Trockenhefe und Fischmehl sind gleich vollwertig und übertreffen um 60 Prozent das Fleischmehl, das noch hinter dem im Vergleich zum Fischmehl 40 Prozent schlechteren Elbheringsmehl

um 20 Prozent zurücksteht, in ihrer Geeignetheit für die Fleischproduktion des wachsenden Schweines. 100 g Kohlehydrate können als Zulage zu einer an sich schon eiweißreichen Futterration 1.3 g Stickstoffmehransatz bewirken und so den Eiweißansatz steigern, zum anderen auch bei gleichzeitiger Zulage mit Eiweiß zusammen den reinen Produktionswert dieser Eiweißzulage verfälschen — ein Hinweis auf die Anforderniſſe an die Verſuchsanſtellung über die biologiſche Wertigkeit der Stickſtoffſubſtanz.

Für die Praxis ergibt ſich aus dieſen Ergebniſſen die Folgerung, daß neben der Menge auch die Art des Eiweiß zu berückſichtigen iſt, und die Kenntnis der biologiſchen Wertigkeit Vorausſetzung iſt für eine erfolgreiche Schweinefleiſchmaſt. Für die Theorie aber bedeutet die Feſtſtellung der biologiſchen Wertigkeit, daß der Begriff Geſamtnährſtoff bezw. Stärkewert, der als Fettproduktionswert experimentell gefunden iſt, nicht mehr den neueſten Forſchungsergebniſſen genügt. Es muß unterſchieden werden zwiſchen Fettmaſt und Fleiſchmaſt; während ſich für die Fettmaſt die einzelnen Nährſtoffe nach ihrem Energieinhalt vertreten, der Stärkewert alſo Gültigkeit beſitzt, darf er doch nicht auf die anders gearteten Verhältniſſe der Fleiſchmaſt des wachſenden Tieres ohne weiteres übertragen und ſo verallgemeinert werden.

Von neueren Stoffwechſelarbeiten bieten die im Göttinger Inſtitut für Tierernährungslehre ausgeführten „Stoffwechſelverſuche über das optimale Beifutter zu Kartoffeln in der Schweinemaſt“ von Rudolf Schreiber (Inauguraldiſſertation Göttingen 1924) die Möglichkeit zum Vergleich mit Periode V der vorliegenden Arbeit. Da den Verſuchen von Schreiber eine andere Frageſtellung zugrunde liegt, und außerdem zu berückſichtigen iſt, daß es ſich um zwei verſchiedene Verſuchsſchweine handelt, kann der Vergleich nur ein Hinweis darauf ſein, daß hier Verhältniſſe vorliegen, die mit Wahrſcheinlichkeit auf eine verſchiedene biologiſche Wertigkeit hindeuten. Schreiber ermittelte nacheinander den Stickſtoffanſatz:

in Periode I bei Verabreichung von 4500 g Kartoffeln + 60 g Kleemehl,

in Periode II bei Verabreichung von 4500 g Kartoffeln + 200 g Hefe + 100 g Fiſchmehl,

in Periode III bei Verabreichung von 5000 g Kartoffeln + 1000 g Gerſte,

in Periode IV bei Verabreichung von 4150 g Kartoffeln + 1000 g Gerſte + 200 g Hefe + 100 g Fiſchmehl,

in Periode V der vorliegenden Arbeit wurde gegeben: 2000 g Gerſte I + 200 g Hefe + 100 g Fiſchmehl.

An Stickstoff wurde mit den einzelnen Futtermitteln zugeführt:

	Stickstoff in Kartoffeln g	Gerste g	Hefe + Fischmehl g	Kleemehl g	Stickstoff im Futter g	Kot g	Verdaul. Stickstoff g
Periode I	14.24	—	—	1.26	15.60	6.90	8.70
Periode II	13.30	—	23.19	—	36.49	8.03	28.46
Periode III	16.59	16.61	—	—	33.20	10.31	22.89
Periode IV	13.07	17.55	23.67	—	54.29	12.55	41.74
Periode V	—	31.31	22.10	—	52.09	7.97	44.12
					(+ 1.32)		

Um nun die verdauliche Gesamtstickstoffsubstanz in ihre verdaulichen Einzelteile aufzulösen, wurde aus Periode I der Verdauungskoeffizient für den Stickstoff der gedämpften Kartoffeln mit 57.86 berechnet, unter der Voraussetzung, daß der Stickstoff im Kleemehl zu 34.85 Prozent (Kellner S. 416) verdaulich ist. Für Gerste wurde ein mittlerer Verdauungskoeffizient von 77, für Hefe + Fischmehl ein solcher von 91 angenommen. Etwaige Differenzen wurden prozentual auf die einzelnen Bestandteile verteilt. So enthielt das Futter an verdaulichen stickstoffreien und -haltigen Nährstoffen:

	Verdauliche Stickstofffreie g	Verdaulicher Stickstoff in Kartoffeln g	Gerste g	Hefe + Fischmehl g	Kleemehl g	Verdaulicher Stickstoff im Futter g	Stickstoffansatz g	Stickstoffansatz in % des verdaulichen Stickstoffs	Mittleres Lebendgewicht kg
I	1057	8.24	—	—	0.46	8.70	0.12	—	50.9
II	1078	7.56	—	20.90	—	28.46	14.90	52.35	54.7
III	1697	9.94	12.95	—	—	22.89	11.41	49.85	77.6
IV	1537	7.37	13.21	21.16	—	41.74	25.03	59.69	85.0
V	1238	—	24.05	20.07	—	44.12	15.02	34.04	79.0

Zu dieser Übersicht ist allgemein zu sagen, daß sie

1. den Begriff Gesamtnährstoff auflöst in verdauliche stickstoffreie und stickstoffhaltige Nährstoffe,
2. daß sie aber auch den verdaulichen Stickstoff des Futters nicht allein in seiner Gesamtheit angibt, sondern auch in seine Einzelbestandteile zerlegt.

Die Bedeutung dieser Methode wird verständlich, wenn man die Perioden I, II und V vergleicht. Die Zulage von 20.9 g Stickstoff in Hefe + Fischmehl zu Periode I mit rund 8 g Stickstoff in Kartoffeln bewirkt ungefähr denselben Stickstoffansatz von rund 15 g, wie die gleich hohe Hefe- + Fischmehlzulage von 20.07 g in Periode V — aber zu 24 g Stickstoff in Gerste. Daraus darf man folgern, daß die Kombination Kartoffeln und Fischmehl-Hefe eine relativ höhere Geeignetheit für die Schweinefleischproduktion hat als die Kombination Gerste und Fischmehl + Hefe.

Während der Stickstoffansatz in Prozent des verdaulichen Stickstoffs im ersteren Falle 52.35 beträgt, ist er im letzteren nur 34.04,

liegt also rund 50 % niedriger. In den angeführten Kombinationen der Perioden II und V würden — gleicher Stickstoffansatz auf die gleichen Gaben Hefe-Fischmehl vorausgesetzt —, 8 Teile Stickstoff in Kartoffeln gleichwertig sein mit 24 Teilen Stickstoff in Gerste, oder anders ausgedrückt:

Die biologische Wertigkeit der verdaulichen Stickstoffsubstanz von Gerste und Kartoffeln würde sich wie 3 : 1 verhalten.

Dieselbe Überlegenheit des Kartoffelstickstoffs bei seiner Kombination mit anderen Stickstoffsubstanzen würde auch ein Vergleich der Perioden IV und V ergeben. Selbst wenn man die mögliche eiweißsparende Wirkung der in Periode IV mehr gereichten 300 g stickstoffreien Nährstoffe in ihrer ganzen Höhe mit 3 mal 1.3 = 3.9 einsetzt, würde der Stickstoffansatz (25.03 — 3.9 =) 21.13 g gegenüber 15 g in Periode V oder in Prozent des verdaulichen Stickstoffs 50.62 g betragen, also rund 50 % höher sein als in Periode V bei der einfachen Kombination von Gerste und Hefe + Fischmehl.

Die hier nur kurz und vergleichsweise angedeuteten Verhältnisse auf der Grundlage der in der vorliegenden Arbeit angewandten Methode exakt zu untersuchen, wird weiterer experimenteller Forschung als Aufgabe vorbehalten bleiben müssen.

Lebenslauf.

Ich, Wilhelm Stahl, wurde am 23. Oktober 1900 zu Hilbeck (Kreis Hamm) Westfalen als Sohn des Gast- und Landwirts Gustav Stahl und seiner Ehefrau Wilhelmine geb. Hellkötter geboren. Nach vierjährigem Besuch der Volksschule meines Heimatdorfes trat ich Ostern 1911 in das Marien-Gymnasium zu Werl (Bezirk Arnsberg) ein, das ich Ostern 1920 mit dem Reifezeugnis verließ. Ich widmete mich dann einem viersemestrigen Studium der Landwirtschaft und der Staatswissenschaften an der hessischen Ludwigs-Universität in Gießen, wo ich im Sommersemester 1921 das landwirtschaftliche Vorexamen ablegte. Seit Beginn des Sommersemesters 1922 bezog ich die Georg-August-Universität in Göttingen zum weiteren Studium der Landwirtschaft. Das landwirtschaftliche Staatsexamen (Diplomprüfung) bestand ich im Sommersemester 1923. Im Göttinger Institut für Tierernährungslehre fertigte ich auf Anregung und unter Leitung von Herrn Geheim-Rat Prof. Dr. Franz Lehmann vorliegende Dissertation an.

Es sei mir gestattet, auch an dieser Stelle meinem verehrten Lehrer, Herrn Geheimen Regierungsrat Prof. Dr. Franz Lehmann, für die Ratschläge während der Ausführung dieser Arbeit meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.